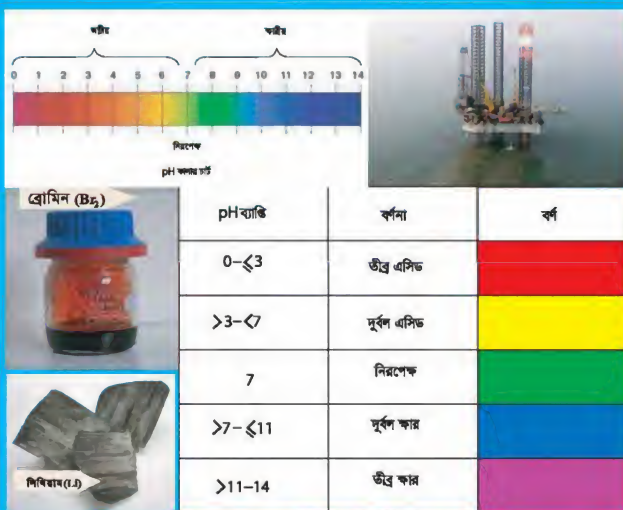


# রসায়ন

## নবম-দশম শ্রেণি



ইউনিভার্সাল নির্দেশক কলার চার্ট



জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ২০১৩ শিক্ষাবর্ষ থেকে  
নবম-দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

---

# রসায়ন

নবম-দশম শ্রেণি

রচনা

অলিউল্লাহ মোঃ আজমতগীর  
ড. মোঃ ইকবাল হোসেন  
ড. মোঃ মমিনুল ইসলাম  
নাফিসা খানম

সম্পাদনা

প্রফেসর ড. নীলুফার নাহার

---

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

# জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০ মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা  
কর্তৃক প্রকাশিত

[ প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্ব ত্ব সংরক্ষিত ]

প্রথম প্রকাশ : অক্টোবর, ২০১২

পুনর্মুদ্রণ : জুন, ২০১৬

পাঠ্যপুস্তক প্রণয়নে সমন্বয়ক

ড. মোঃ ইকবাল হোসেন

মেকাপ এন্ড ইডিটিং

পারফর্ম কলার গ্রাফিক্স (প্রা:) লি:

প্রচ্ছদ

সুদর্শন বাহার

সুজাউল আবেদীন

চিত্রাঙ্কন

আরিফুর রহমান তপু

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে :

---

## প্রসঙ্গ—কথা

শিক্ষা জাতীয় উন্নয়নের পূর্বশর্ত। আর দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত জনশক্তি। তারা আন্দোলন ও মুক্তিযুদ্ধের চেতনায় দেশ গড়ার জন্য শিক্ষার্থীর অঙ্গতর্মিহিত মেধা ও সম্মবনার পরিপূর্ণ বিকাশে সাহায্য করা মাধ্যমিক শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য। এছাড়া প্রাথমিক স্তরে অর্জিত শিক্ষার মৌলিক জ্ঞান ও দক্ষতা সম্প্রসারিত ও সুসহজ করার মাধ্যমে উচ্চতর শিক্ষার যোগ্য করে তোলাও এ স্তরের শিক্ষার উদ্দেশ্য। জ্ঞানার্জনের এই প্রক্রিয়ার ভিতর দিয়ে শিক্ষার্থীকে দেশের অর্থনৈতিক, সামাজিক, সাংস্কৃতিক ও পরিবেশগত পটভূমির প্রেক্ষিতে দক্ষ ও যোগ্য নাগরিক করে তোলাও মাধ্যমিক শিক্ষার অন্যতম বিবেচ্য বিষয়।

জাতীয় শিক্ষানীতি-২০১০ এর লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যকে সামনে রেখে পরিমার্জিত হয়েছে মাধ্যমিক স্তরের শিক্ষাক্রম। পরিমার্জিত এই শিক্ষাক্রমে জাতীয় আদর্শ, লক্ষ্য, উদ্দেশ্য ও সমকালীন চাহিদার প্রতিফলন ঘটানো হয়েছে, সেই সাথে শিক্ষার্থীদের বয়স, মেধা ও গৃহপক্ষমতা অনুযায়ী শিখনফল নির্ধারণ করা হয়েছে। এছাড়া শিক্ষার্থীর নৈতিক ও মানবিক মূল্যবোধ থেকে শুরু করে ইতিহাস ও ঐতিহ্য চেতনা, মহান মুক্তিযুদ্ধের চেতনা, শিল্প-সাহিত্য-সংস্কৃতিবোধ, দেশপ্রেমবোধ, প্রকৃতি-চেতনা এবং ধর্ম-বর্ণ-পোত্র ও নারী-পুরুষ নির্বিশেষে সবার প্রতি সমমর্মদাবোধে জঘাত করার চেষ্টা করা হয়েছে। একটি বিজ্ঞানমনস্ক জাতি গঠনের জন্য জীবনের প্রতিটি ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের স্বতঃস্ফূর্ত প্রয়োগ ও ডিজিটাল বাংলাদেশের রূপক-২০২১ এর লক্ষ্য বাস্তবায়নে শিক্ষার্থীদের সক্ষম করে তোলার চেষ্টা করা হয়েছে।

নতুন এই শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত হয়েছে মাধ্যমিক স্তরের প্রায় সকল পাঠ্যপুস্তক। উক্ত পাঠ্যপুস্তক প্রণয়নে শিক্ষার্থীদের সামর্থ্য, প্রবণতা ও পূর্ব অভিজ্ঞতা গুরুত্বের সঙ্গে বিবেচনা করা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকগুলোর বিষয় নির্বাচন ও উপহাসপনের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর সৃজনশীল প্রতিভার বিকাশ সাধনের দিকে বিশেষভাবে গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। প্রতিটি অধ্যায়ের শুরুরে শিখনফল যুক্ত করে শিক্ষার্থীর অর্জিতব্য জ্ঞানের ইচ্ছিত প্রদান করা হয়েছে এবং বিচিত্র কাছ, সৃজনশীল প্রশ্ন ও অন্যান্য প্রশ্ন সংযোজন করে মূল্যায়নকে সৃজনশীল করা হয়েছে।

বিশ্বের চাহিদা, ধনুষ্টিগত উন্নতি, পরিবেশ ও কর্মসংস্থানের দিকে লক্ষ রেখে রসায়ন-এর বিষয়বস্তু নির্বাচন করা হয়েছে। দৈনন্দিন জীবনে রসায়নের প্রয়োগ, হাতে-কলমে কাছ, রসায়ন প্রক্রিয়া, পরিবেশ দূষণ ইত্যাদি বিষয় বিবেচনায় রেখে পাঠ্যপুস্তকটি প্রণয়ন করা হয়েছে। বানানের ক্ষেত্রে অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানানরীতি।

একবিংশ শতকের অঙ্গীকার ও প্রত্যয়কে সামনে রেখে পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে পাঠ্যপুস্তকটি রচিত হয়েছে। শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া এবং এর ভিত্তিতে পাঠ্যপুস্তক রচিত হয়। সম্প্রতি বৌদ্ধিক মূল্যায়ন ও টাই আউট কার্যক্রমের মাধ্যমে সংশোধন ও পরিমার্জন করে পাঠ্যপুস্তকটিকে ত্রুটিমুক্ত করা হয়েছে- যার প্রতিফলন বইটির বর্তমান সংস্করণে পাওয়া যাবে।

পাঠ্যপুস্তকটি রচনা, সম্পাদনা, সৃজনশীল প্রশ্ন ও কর্ম-অনুশীলন প্রণয়ন, পরিমার্জন এবং প্রকাশনার কাজে বৈরা আগন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়েছেন, তাঁদের জানাই ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীদের আনন্দিত পাঠ ও প্রত্যাশিত দক্ষতা অর্জন নিশ্চিত করে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ



## সূচিপত্র

| অধ্যায়  | বিষয়বস্তু                   | পৃষ্ঠা  |
|----------|------------------------------|---------|
| প্রথম    | রসায়নের ধারণা               | ১-১৩    |
| দ্বিতীয় | পদার্থের অবস্থা              | ১৪-২৫   |
| তৃতীয়   | পদার্থের গঠন                 | ২৬-৪০   |
| চতুর্থ   | পর্বায় সারণি                | ৪১-৫২   |
| পঞ্চম    | রাসায়নিক বন্ধন              | ৫৩-৭০   |
| ষষ্ঠ     | মৌলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা | ৭১-৮৫   |
| সপ্তম    | রাসায়নিক বিক্রিয়া          | ৮৬-১০৫  |
| অষ্টম    | রসায়ন ও শক্তি               | ১০৬-১২৮ |
| নবম      | এসিড-ক্ষার সমতা              | ১২৯-১৫১ |
| দশম      | খনিজ সম্পদ: ধাতু-অধাতু       | ১৫২-১৬৯ |
| একাদশ    | খনিজ সম্পদ-জীবাস             | ১৭০-১৮৮ |
| দ্বাদশ   | আমাদের জীবনে রসায়ন          | ১৮৯-২০৭ |

## প্রথম অধ্যায় রসায়নের ধারণা

বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার মধ্যে রসায়ন অন্যতম। রসায়নকে জীবনের জন্য বিজ্ঞান বলা হয়। পাটনকাল থেকে রসায়ন চর্চার মাত্রা বেড়েই চলেছে। প্রাচীন আলকেমিস্টের রসায়ন চর্চা বর্তমানের রসায়ন শিল্পকে জন্ম দিয়েছে। কারণ রসায়নের বিস্তৃতি ব্যাপক। মানবজাতি ও পরিবেশের কল্যাণে রসায়ন সর্বদা নিয়োজিত। তাহলে অধ্যাপকবৃন্দের এই বৃগে, রসায়ন কেথায় কোন কাজটির সাথে সম্পৃক্ত তা সবার জ্ঞান দরকার, যাতে আমরা দৈনন্দিন জীবনে রসায়নের জ্ঞান ব্যবহার করে উপকৃত হতে পরি। এ অধ্যায়ে রসায়নের পরিচিতি, বিভিন্ন ক্ষেত্রে রসায়নের বিস্তৃতি, রসায়নে অনুসন্ধান ও গবেষণা পদ্ধতির সাধারণ ধারণা, রাসায়নিক দ্রব্যের সংরক্ষণ ও ব্যবহারের নীতি ইত্যাদির একটি সংক্ষিপ্ত ও দ্রুত ধরা হয়েছে।



বাঁ দিক থেকে – প্রাচীনকালের (আলকেমিস্ট) রসায়নশিল্প, আধুনিক রসায়নশিল্প এবং রাসায়নিক শিল্প-কর্মশালা।

এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

- (১) রসায়নের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) রসায়নের ক্ষেত্রসমূহ চিহ্নিত করতে পারব।
- (৩) রসায়নের সাথে বিজ্ঞানের অন্য শাখাগুলোর সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৪) রসায়ন পাঠের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৫) রসায়নে অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার বর্ণনা করতে পারব।
- (৬) বিভিন্ন ধরনের অনুসন্ধানমূলক কাজের পরিকল্পনা প্রণয়ন, অনুমিত সিদ্ধান্ত গঠন ও পরীক্ষা করতে পারব।
- (৭) রসায়নে ব্যবহারিক কাজের সময় প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন করতে পারব।
- (৮) প্রকৃতি ও বাস্তব জীবনের ঘটনাবলি রসায়নের দৃষ্টিতে ব্যাখ্যা করতে আগ্রহ প্রদর্শন করব।

### ১.১ রসায়ন পরিচিতি

রসায়ন প্রাচীন ও প্রধান বিজ্ঞানগুলোর অন্যতম। রসায়নে নানা ধরনের পরিবর্তন যেমন— সৃষ্টি, ধ্বংস, বৃদ্ধি, রূপান্তর, উৎপাদন ইত্যাদির আলোচনা করা হয়। রসায়নের চর্চা কয়েক সহস্রাব্দী থেকে হয়ে আসছে। ভারতবর্ষে প্রায় ৫০০০ বছর পূর্বেই কাপড়কে আকর্ষণীয় করে তুলতে রংয়ের ব্যবহার শুরু হয়েছিল। মানুষ ধাতব অস্ত্র , ত্রু শূল ও তাম্র বর্ষ তৈরি করেছিল বহুকাল আগেই। পুরাতন সভ্যতায় রসায়ন প্রযুক্তি ব্যবহার করে খনিজ থেকে মূল্যবান ধাতু যেমন— স্বর্ণ, দৌণ্ড, সিন্ধা প্রভৃতি আহরণ করা হতো। প্রাচীন কাল থেকে মানুষ স্বর্ণ আহরণ করে, যা অতিজাত ও মূল্যবান ধাতু হিসেবে আজও সমাদৃত। প্রাচীন ও মধ্যযুগীয় রসায়ন চর্চা ‘আল-কেমি’ (Alchemy) নামে পরিচিত। আল-কেমি শব্দটি আরবি ‘আল-কিমিয়া’ থেকে উদ্ভূত, যা দিয়ে মিশরীয় সভ্যতাকে বুঝানো হতো। প্রাচীন মিশরীয় সভ্যতা রসায়ন চর্চার মাধ্যমে মানুষের চাহিদা বহুলাংশে মেটাতে সক্ষম হয়েছিল। শিল্প-কারখানায় তেল, চিনি, কাগজ, কলম, ঔষধপত্র, কাপড়, শ্যাম্পু, সাবান, রড-সিमेंট থেকে শুরু করে ব্যবহার্য অনেক সামগ্রী তৈরিতে রসায়নের অবদান রয়েছে।

মজার ব্যাপার হলো, বর্তমান যুগে রসায়নের পরিচিতি শুধুমাত্র শিল্প-কারখানা, পরীক্ষাগার বা গবেষণাগারের কার্যক্রমেই সীমাবদ্ধ নয়। যদি আমরা চারপাশের ঘটে যাওয়া ঘটনাবলি লক্ষ্য করি, তাহলে দেখতে পাব যে, সর্বক্ষেত্রেই রসায়নের উপস্থিতি রয়েছে। উদাহরণ হিসেবে ছক-১.১-এ কিছু ঘটনার উল্লেখ করা হলো।

#### ছক-১.১ : রসায়নের উপস্থিতি

| বিষয়  | বিশ্লেষণ   |
|--|--|
| আম পেকে হলুদ বর্ণ ধারণ                             | রং রাসায়নিক পদার্থ। আমের বর্ণ হলুদে রূপান্তর— আমের মধ্যে জীবাণুগাণনিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে হলুদ বর্ণধারী নতুন যৌগের সৃষ্টিকেই বুঝায়।  |
| গোহার মরিচা ধরা                                    | গোহা শক্ত, কিন্তু মরিচা তড়ুর। বিশুদ্ধ গোহা জলীয়বাস্পের উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেনের সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে গোহর অক্সাইড নানক পদার্থে পরিণত হয়, যা সাধারণভাবে মরিচা নামে পরিচিত।  |
| কাঠ, কেরোসিন, প্রাকৃতিক গ্যাস বা মোমের আগুন ছালালে | উল্লেখিত বস্তু গুলো মূলত কার্বনের যৌগ দিয়ে গঠিত, যেমন— কাঠ হলো প্রধানত সেলুলোজ, প্রাকৃতিক গ্যাস হলো প্রধানত মিথেন এক মোম হলো কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ। এগুলোতে আগুন ছালালে অর্ধ প্রকৃতপক্ষেই কার্বন যৌগের দহন, যা এক ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়া। এর ফলে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস, জলীয়বাস্প ও তাপের উৎপাদন ঘটে। |

এবার তোমরা শিক্ষকের সহায়তায় তিনজন করে দল গঠন কর। প্রত্যেক দল পৃথকভাবে কয়েকটি বিষয় নিয়ে তাবো যেখানে রসায়ন উপস্থিতি থাকতে পারে। তারপর প্রত্যেক দল নিজস্ব ভাবনা থেকে যে কোনো তিনটি বিষয়ে রসায়ন উপস্থিতি ব্যাখ্যাসহ ছক-১.২-এ উল্লেখ কর।

ছক-১.২ : দলগতভাবে তিনটি ঘটনায় রসায়নের উপস্থিতি ব্যাখ্যাসহ বর্ণনা কর :

| বিষয় | বিশ্লেষণ |
|-------|----------|
|       |          |
|       |          |
|       |          |

তাহলে এটা সহজেই অনুমান করা যায় যে, আমাদের পরিবেশে ঘটে যাওয়া বিভিন্ন পরিবর্তনের সাথে রসায়ন কোনো না কোনোভাবে সম্পৃক্ত। রান্নার মাধ্যমে খাবারের স্বাদের ভিনুতা সৃষ্টিকে এক ধরনের রসায়ন বলা যেতে পারে। মোটকথা, প্রাচীন সভ্যতা থেকে আধুনিক যুগে রসায়নের সুবিশাল পরিভ্রমণ, সমাজের তথা বিজ্ঞানের প্রায় সর্বক্ষেত্রেই লক্ষণীয়।

### ১.২ রসায়নের পরিধি

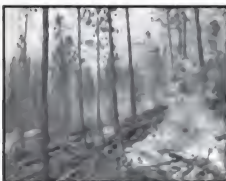
রসায়নের বিস্তৃতি ব্যাপক, যা মানুষের সেবায় নিয়োজিত। রসায়নের চর্চা সময়ের সাথে ক্রমবর্ধমান। চল এবার আমাদের জীবনে রসায়নের ব্যবহার বিবেচনা করি। তুমি জ্বোরে একটা নিঃশ্বাস নিয়ে ঘুম থেকে জেগে উঠলে এবং দাঁত ব্রাশ করে পানি দিয়ে হাতমুখ ধুয়ে নিলে। একটু ডেন্জরাতীয় জিনিস হাতমুখে মেখে, চিরুনি দিয়ে চুল আঁচড়িয়ে টেবিলে পড়তে বসলে। লাল মলাটের বইটি খুলে দেখলে সাদা কণাঝে কালো কণি অক্ষরের লেখা- এর সব কিছুতেই রসায়ন রয়েছে। কিছুকণ পড়ার পর পেন্সিল বা কলম দিয়ে খাতায় প্রশ্নের উত্তর লিখলে। তারপর খাবার খেয়ে তোমার কুশ্লের ইউনিফর্ম বেমন- সাদা-শার্ট ও নীল-প্যান্ট পরে স্কুলে গেলে। যাওয়ার পথে চোখে পড়ল একজন লোক বাগানে বা কেটে সাঁর ব্যবহার করছেন। একটু পরে লাক কললে, ধোঁয়া উড়িয়ে একটা মোটরসাইকেল তোমার পাশ দিয়ে চলে গেল। এসবের মধ্যেও রয়েছে রসায়ন।

এবার ছক-১.৩ -এ ব্যবহার্য জিনিসগুলোর মধ্যে রসায়নের উপস্থিতি বিবেচনা কর।

ছক ১.৩ : রসায়নের পরিধি বিবেচনার উদাহরণ

| বস্তু   | উপাদান   | উৎস   |
|---|--|---|
| প্রস্থানে গৃহীত বায়ু                                       | প্রধানত অক্সিজেন   | প্রকৃতি, বায়ু  |
| ব্রশ, চিকুনি, কৃত্রিম রং, কাগজ, বাতাস, কাপি, পেন্সিল, বসন্ত | বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগের সমন্বয়ে গঠিত  | শিল্প-কারখানায় বিভিন্ন পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে তৈরি করা হয়।   |
| খাবারের পানি  | বিশুদ্ধ পানি হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণু দ্বারা গঠিত। খাবারের পানিতে অন্যান্য খনিজ লবণও থাকে  | পানি প্রকৃতিতে থাকে, যেমন- নদী, নালা, খাল, বিল, সাগর, বৃষ্টি, বরফ ইত্যাদি।  |
| খাবার   | স্বৈতসার, আমিষ, চর্বি সবই জৈব যৌগ এবং বিভিন্ন খনিজ পদার্থ  | উদ্ভিদ ও প্রাণী বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে খাদ্য উৎপাদন ও সঞ্চয় করে। খাবার খেলে আমাদের শরীরে বিলাক প্রক্রিয়া ঘটে। এতে দেহের বৃদ্ধি ঘটে এবং আমরা শক্তি পাই।                     |
| শার্ট ও প্যান্ট   | জৈব যৌগ ও তন্তু-এর সমন্বয়ে গঠিত   | রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন যৌগ থেকে তৈরি কৃত্রিম তন্তু বা প্রাকৃতিক তন্তু-এর সাথে রঞ্জকের সমন্বয়ে টেক্সটাইল-ফ্যাব্রিকস শিল্পে পোশাক তৈরি করা হয়।                      |
| সার   | অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন, ফসফরাস ইত্যাদি এবং বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগের সমন্বয়ে তৈরি   | শিল্প-কারখানায় রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি করা হয়। রাসায়নিক সার মাটিতে উদ্ভিদের গুটি প্রদান করে।   |
| মেটরসাইকেল ও এর চলার শক্তি                                  | বিভিন্ন ধাতু, প্লাস্টিক ইত্যাদি দিয়ে তৈরি নানা যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে নির্মিত; পেট্রোলিয়াম (জ্বালানি) দহনের মাধ্যমে মেটরসাইকেল চলার শক্তি অর্জন করে। | রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে আকরিক থেকে ধাতব পদার্থ আহরিত হয়। প্লাস্টিক, শিল্প কারখানায় রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি করা হয়। পেট্রোলিয়ামের দহন হলো- রাসায়নিক বিক্রিয়া। |

চিত্র-১.১ : প্রদত্ত ছবিগুলো দেখ এবং ঘটনাগুলো ভালোভাবে খেয়াল কর। উপস্থিত বিষয়গুলো থেকে ব্যবহৃত বিভিন্ন বস্তুর সাথে রসায়নের সংশ্লিষ্টতার আলোকে নিচের ছক (ছক- ১.৪) পূরণ কর এবং রসায়নের পরিধি নিয়ে অসম্পূর্ণ নাক্যটি পূর্ণ কর।



চিত্র-১.১. যাদের জমিতে সেচ দেওয়া হচ্ছে, বনে আচন জ্বলছে ও বোন ভাইকে ঞ্ধখ খাওয়াচ্ছে।



রাসায়নিক ধর্মের সমন্বয় ঘটিয়ে উক্ত বস্তু গুলো তৈরি করা হয়। অপরদিকে কলা হয়ে থাকে যে, প্রকৃতিতে যতটুকু অব্যবহৃত কপার (তামা) মজ্জদ আছে, তার চেয়ে বেশি পরিমাণ তামা ইতিমধ্যেই কম্পিউটার ও বিভিন্ন ইলেকট্রনিক্স তৈরি করতে ব্যবহার করা হয়েছে। এভাবে তামার ব্যবহার হলে তা এক সময় ফুরিয়ে যাবে। তাছাড়াও নর্থ ইয়ে বাওয়া এসব যন্ত্র হাশ দিনে দিনে বাড়তে থাকবে এবং আমাদের পরিবেশকে ক্ষতি করবে। তাহলে কম্পিউটার ও অন্যান্য ইলেকট্রনিক্স নর্থ হয়ে গেলে, ঐ সব যন্ত্র হাশ থেকে তামা পুনরুদ্ধার করে তার পুনর্ব্যবহার করা জরুরি। সেটিও রসায়ন চর্চার মাধ্যমেই সম্ভব।

অন্যদিকে, উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃত্যুর পর দেহের পচন হয় এবং নানা অণুজীব প্রক্রিয়ার ফলে মাটির সাথে মিশে যায়। ভূগর্ভের বিশোধিত তাপ ও চাপের প্রভাবে মাটিতে মিশে যাওয়া পদার্থের আরও রাসায়নিক পরিবর্তন হয়। ফলে বিভিন্ন খনিজ পদার্থ যেমন—পেট্রোলিয়াম, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদিতে পরিণত হয়। বায়ুমণ্ডলীয় বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে ওজোনস্তর ও ওজোনস্তর রক্ষাকারী গ্যাসসমূহ চিহ্নিতকরণ রসায়নের বিভিন্ন পদ্ধতির সাহায্যেই করা হয়।

এবার অন্যান্য বিজ্ঞানের উপর রসায়নের নির্ভরশীলতা বিবেচনা করা যেতে পারে। গণিত ব্যতীত রসায়ন বিজ্ঞানের তত্ত্ব প্রদান করা বা তত্ত্বীয় জ্ঞানার্জন অসম্ভব। রসায়নে হিসাব—নিকাশ, সূত্র প্রদান ও গাণিতিক সম্পর্ক সবই তো গণিত। কোয়ান্টাম মেকানিক্স (quantum mechanics), যা মূলত গাণিতিক হিসাব—নিকাশ—এর সাহায্যে পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যা করে। অন্যদিকে, রসায়নের বিভিন্ন পরীক্ষণ যন্ত্র—নির্ভর। এসব যন্ত্রের মূলনীতি বা পরীক্ষণ মূলনীতি পদার্থবিজ্ঞানের উপর ভিত্তি করেই প্রতিষ্ঠিত। উপরের আলোচনা থেকে এটা বুঝা গেল যে, বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার সাথে রসায়নের বোলাসূত্র রয়েছে।

## ১.৪ রসায়ন পাঠের গুরুত্ব

আমরা রসায়নের পরিধি পড়ে বুঝছি যে, মানুষের মৌলিক চাহিদা যেমন—অন্ন, বস্ত্র, বাসস্থান, চিকিৎসা ও শিক্ষার উপকরণ জোগানো রসায়ন সার্বক্ষণিকভাবে নিয়োজিত। এখানে উল্লেখ্য যে, রাসায়নিক পদার্থ মানেই ক্ষতিকারক এমন ধারণা সমাজের বিভিন্ন শ্রেণির মানুষের মধ্যে আছে, যা ভ্রান্ত।

আমরা যা খাচ্ছি, যেমন—ভাত, ডাল, তেল, চিনি, লবণ, পানি এবং যা ব্যবহার করছি যেমন—সাবান, ডিটারজেন্ট, শ্যাম্পু, গাউডার, ঔষধপত্র ইত্যাদি সবই রাসায়নিক পদার্থ।

কৃষিকাজে ব্যবহৃত সার, কীটনাশক (insecticides) সবই রাসায়নিক দ্রব্যাদি। কীটনাশক ব্যবহারের মাধ্যমে শস্যহানি থেকে শাকমাকড়ের কার্যক্রম প্রতিরোধ করা হয়। আমরা মশা তাড়াবার জন্য কয়েল বা অ্যারোসল (aerosols) ব্যবহার করছি। সাবান, ডিটারজেন্ট (detergents), শ্যাম্পু (shampoo) ইত্যাদি পরিষ্কার করার কাজে ব্যবহার করি। আমাদের শরীর—স্নায়ু রক্ষায় ঔষধ যেমন—অ্যান্টিবায়োটিক (antibiotics), ভিটামিন (vitamins) সেবন করি। সৌন্দর্যবর্ধনের জন্য বিভিন্ন ধরনের প্রাকৃতিক সামগ্রী যেমন—কাঁচা হলুদ, মেহেন্দী এবং কৃত্রিম কসমেটিকস্ (cosmetics) ও রং ব্যবহার করে থাকি। এছাড়াও বিভিন্ন ধরনের তেজস্ক্রিয় ঔষধপত্র ও অন্যান্য সামগ্রী স্নায়ু রক্ষা ও সৌন্দর্যবর্ধনের নিমিত্তে গ্রহণ করছি। কখনও কখনও অনভিজ্ঞ বা অসাধু ব্যক্তি বা প্রতিষ্ঠান এসব সামগ্রী প্রস্তুত ও সরবরাহ করে থাকে। মানুষের ক্ষতির দিক বিবেচনা না করে অথবা না বুঝে অসাধুভাবে মাছ, মাংস ইত্যাদির পচনরোধে এবং ফলমূলের দ্রুত পরিপক্বতা আনায়ে বা পাকাতো নিষিদ্ধ রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার হচ্ছে। একইভাবে খাবারকে আকর্ষণীয় করে তুলতে নিষিদ্ধ ও খাবারের অনুপযোগী (non-food grade) রং ব্যবহার করা হচ্ছে।

প্রক্রিয়াজাত খাদ্য বিশেষ করে ফলের জুস, সস, কেক, বিস্কুট প্রভৃতিতে বেশি সময় ধরে সংরক্ষণের জন্য প্রিজারভেটিভস্ (preservatives) দেওয়া হয়। প্রিজারভেটিভস্ ছাড়া সংরক্ষিত খাদ্য স্বাস্থ্যের জন্য ঝুঁকিপূর্ণ হতে পারে ঠিকই, কিন্তু দুর্ভাগ্যজনকভাবে অনেক ক্ষেত্রেই এসব খাদ্য সংরক্ষণে অধিকমাত্রায় নিবিষ ও খাবারের অনুপযোগী প্রিজারভেটিভস ব্যবহার করা হচ্ছে।

অন্যদিকে, চুলোয় রান্না করার কাছে ব্যবহৃত তাপ- কাঠ বা প্রাকৃতিক গ্যাস পুড়িয়ে উৎপন্ন করা হয়, যেখানে বায়ুর অক্সিজেন ও কাঠ বা প্রাকৃতিক গ্যাস বিক্রিয়া করে তাপ, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অন্যান্য পদার্থ উৎপন্ন করে। উল্লেখ্য, অতি স্বল্প পরিমাণ বায়ুর উপস্থিতিতে কাঠ বা প্রাকৃতিক গ্যাস পোড়ালে স্বাস্থ্যের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর কার্বন মনোক্সাইড নামক গ্যাসও তৈরি হতে পারে। এছাড়াও কাঠ ও কয়লা পোড়ালে ক্ষতিকর কার্বন কণা (carbon particles) উৎপন্ন হয়, যা প্রাণের নিচে ছমলে তাকে আমরা ‘কালি’ বলে থাকি। একইভাবে কল-কারখানা ও যান্ত্রিক যানবাহন থেকে প্রতিনিয়ত কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস নির্গত হচ্ছে, যা পরিবেশের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর।

অতিরিক্ত সার, কীটনাশক, সাবান, ডিটারজেন্ট, শ্যাম্পু প্রভৃতি মাটিকে এবং নদী-নালা ও খাল-বিলের পানিকে দূষিত করছে। মশার কয়েল বা অ্যারোসলের ধোঁয়া আমরা নিঃশ্বাসের সাথে গ্রহণ করি। কৃত্রিম কসমেটিকস্, রং ও তেজস্ব ঔষধ ব্যবহার করি, যা রক্তের মাধ্যমে আমাদের শরীরের বিভিন্ন অংশে পৌঁছে যাচ্ছে। অন্যদিকে, তাপ বা শক্তি তৈরির সাথে উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড বায়ুর সাথে মিশে পরিবেশের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করছে।

আমরা জানি, রাসায়নিক সারের অতিরিক্ত ব্যবহারে গাছের ক্ষতি হয় বা গাছ মরে যায়। মাত্রাতিরিক্ত ঔষধ সেবনে মানুষের মৃত্যুও হতে পারে। তাহলে এটা পরিলক্ষ্য কর যে, ভালো থাকার জন্য রাসায়নিক পদার্থের পরিমিত ব্যবহার অত্যন্ত জরুরি। তা একমাত্র রসায়ন সম্পর্কে সুস্পষ্ট জ্ঞানই নিশ্চিত করতে পারে। অপরদিকে, রসায়ন পাঠের মাধ্যমে রাসায়নিক পদার্থের বিভিন্ন ক্ষতিকর দিক ও ঝুঁকি সম্পর্কে জ্ঞানার্জন সম্ভব, যা আমাদেরকে সচেতন নাগরিক হিসেবে গড়ে তুলতে পারে। এর পাশাপাশি আমরা বিভিন্ন সামগ্রী ব্যবহারকারী এবং প্রকৃত্ত্ব তকারী উভয়ে রাসায়নিক পদার্থের পূর্ণাঙ্গ বিবেচনাপূর্বক এদের সঠিক ব্যবহার নিশ্চিত করে সমাজ ও পরিবেশ রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখতে পারি। তাহলে এটা স্পষ্ট যে, প্রত্যেকের রসায়ন সম্পর্কে জ্ঞান থাকা অতীব জরুরি।

### ১.৫ রসায়নে অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়া

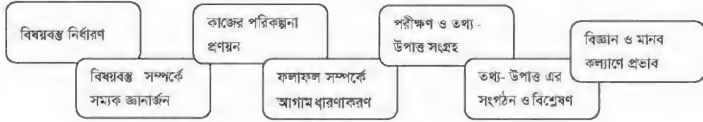
কোনো বিষয় সম্বন্ধে জিজ্ঞাসা অনুসন্ধানের রূপ নেয় এবং অনুসন্ধান থেকেই গবেষণার জন্ম। যেমন— পানি সম্পর্কে যদি প্রথম প্রশ্ন হয়, এটা কী? তাহলে পরবর্তী প্রশ্নটা হবে, পানি কোথায় কোথায় পাওয়া যায়? নিচয়ই এর পরে বে প্রশ্নটির উদ্বেগ হবে, তা হলো— পানি কী দিয়ে গঠিত? পানি সম্পর্কে প্রথম জিজ্ঞাসাটি, দ্বিতীয়টির জন্ম দিয়েছে— পানি কোথায় পাওয়া যায়? উত্তরটি অনুসন্ধানের মাধ্যমে জানা সম্ভব যে পানির উৎস নদী, সাগর, বৃষ্টি, ঝরনা ইত্যাদি। আর পানিতে কী কী আছে, তার জন্য গবেষণার প্রয়োজন। এভাবে আরও জিজ্ঞাসা জন্মাবে— নদীর ও সাগরের পানিতে কী কী থাকে? আমরা জানি সাগরের পানি লবণাক্ত, তাহলে পরের প্রশ্নটি হতে পারে, সাগরের পানি থেকে কীভাবে সুপেয় পানি পাওয়া যেতে পারে? এটা স্পষ্ট হলো যে, এভাবেই কোনো বিষয়ের উপর অনুসন্ধান ও গবেষণা একে অপরের সাথে সম্পর্কিত এবং তা গাছের মতো শাখা-প্রশাখায় বিস্তৃতি লাভ করে।



নিম্নে অনুসন্ধান ও গবেষণা কাজের বিভিন্ন ধাপসমূহের আলোচনা করা হলো।

অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার প্রথম ধাপ হলো— বিষয়বস্তু নির্ধারণ বা সমস্যা চিহ্নিত করা। বিষয়বস্তু নির্ধারণ গবেষণার একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সুনির্দিষ্ট লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য যা সমাচ্ছ তথা মানবকল্যাণে দরকার বা ভবিষ্যতে দরকার হতে পারে— এমন চিন্তা করে অনুসন্ধান ও গবেষণার বিষয়বস্তু নির্ধারণ করা হয়। যেমন— পৃথিবীতে সুপের পানির মাত্রা কত, যদিও আমাদের দেশে ততটা বুঝা যায় না। তাহলে সুপের পানির অনুসন্ধান করা এবং পানির অন্যান্য উৎস থেকে সুপের পানি পাওয়ার জন্য গবেষণা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় বটে। অন্যদিকে, পৃথিবীতে খনিজ জ্বালানি (fossil fuels) যেমন— প্রাকৃতিক গ্যাস, কয়লা, পেট্রোলিয়াম ইত্যাদির মজুদ কত আসছে এবং কতটা হ্রাস হতে পারে, আগামী একশ বছরে তা ফুরিয়ে যাবে। ভবিষ্যতের কথা বিবেচনা করে বিজ্ঞানীরা অনুসন্ধান ও এ বিষয়ে গবেষণা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

গবেষণার বিষয়বস্তু নির্ধারণের সময় পরিবেশ, সামাজিক আচার ও ধর্মীয় অনুসৃত্তির কথাও বিবেচনা করা হয়। অনুসন্ধানের বিষয়বস্তু ঠিক হলে, অনুসন্ধান কাজকে সফল করার জন্য পরিকল্পনা প্রণয়ন, অনুমিত সিদ্ধান্ত গঠন ও পরীক্ষা করা হয়। বিষয়বস্তু সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ, পরীক্ষণের জন্য রাসায়নিক ও অন্যান্য উপকরণ সংগ্রহ, পরীক্ষণের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্য-উপাত্ত (data) সংগ্রহ, বিশ্লেষণ (analysis) ও ব্যাখ্যা (explanation) প্রদান এবং ফলাফল প্রকাশ ও অনুসন্ধান কাজের সাথে সংশ্লিষ্ট।



ছক- ১.৫ : অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপসমূহ।

দ্বিতীয় ধাপটি হলো— বিষয়বস্তু সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান অর্জন করা। অনুসন্ধান ও গবেষণার ফলে উদ্ভাবিত নতুন মানবকল্যাণ ব্যতীত আর কোন কোন কাজে ব্যবহৃত হতে পারে, প্রয়োজনীয় পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত পদার্থ বাহ্যিক ও পরিবেশের কী ক্ষতি করতে পারে, অনুসন্ধান ও গবেষণার বিভিন্ন ধাপের বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা সম্পর্কে ও পরীক্ষার সময় যে কোনো অনাকাঙ্ক্ষিত পরিঘটিত সামাল দেয়ার মতো যথেষ্ট জ্ঞানার্জন ও দক্ষতা আবশ্যিক। বিষয়বস্তু ও বিষয়বস্তু র উপর পরীক্ষণ সফলত পূর্বে প্রকাশিত বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক তথ্য সংগ্রহ করা অনুসন্ধানের কাজের প্রথম শর্ত। যেমন— আমরা সাইট্রিক এসিডযুক্ত ফলের অনুসন্ধান করতে চাই। তাহলে কোন-জাতীয় ফলে সাইট্রিক এসিড থাকতে পারে তার ধারণা বইপত্রে বা বৈজ্ঞানিক জার্নালে (scientific journals) প্রকাশিত তথ্য থেকে জানতে হবে। সাথে সাথে সাইট্রিক এসিড নামক পদার্থটি সম্ভাব্য কী কী পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্ত করা যেতে পারে, সে তথ্যও সংগ্রহ করতে হবে। প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে অনুমিত সিদ্ধান্ত (hypothesis) গঠন করতে হবে। কোন কোন ফলপুশোতে সাইট্রিক এসিড থাকতে পারে এবং কোন কোন পরীক্ষা দ্বারা সাইট্রিক এসিড (citric acid) শনাক্ত করা যায় তা নির্ধারণ করা পরিবন্ধনার অংশ। পরিবন্ধনা প্রণয়নের সময় অবশ্যই মাথায় রাখতে হবে, ন্যূনতম কোন কোন পরীক্ষা না করলে সাইট্রিক এসিডের শনাক্তকরণ পূর্ণাঙ্গ হতে না এবং চিহ্নিত পরীক্ষাপদ্ধতিগুলো থেকে বাছাইপূর্বক সেগুলোই বিবেচনা নেয়া উচিত যেগুলোর প্রয়োজনীয় উপকরণ সহজলভ্য ও পরিবেশবান্ধব।

কাছের পরিবন্ধনা প্রণয়ন করা অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার তৃতীয় ধাপ। বিষয়বস্তু সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান ও অনুমিত সিদ্ধান্ত গঠন কাছের পরিবন্ধনা প্রণয়নকে সহজতর করে। অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার সুবিধার্থে পরিবন্ধনা প্রণয়ন এলোমেলো ভাবে না করে ক্রমানুসারে করা বাঞ্ছনীয়। অর্থাৎ যে কাছের ধারণা ছাড়া পরের কাজ শুরুর বা কাছের ব্যাখ্যা করা যাবে না সেটাকে আগে রেখে পরের কাজটি পরিবন্ধনায় নেওয়া হয়।

গবেষণার প্রত্যাশিত ফলাফল সম্পর্কে অগাম ধারণা করা অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। কোনো পরীক্ষণের ফলাফল সম্পর্কে আগেই ধারণা থাকলে প্রাপ্ত ফলাফল নিয়ে অবস্থা কৌতূহল সৃষ্টি হবে না, তাতে করে কাছের পরের ধাপটিতে অগ্রসর হওয়া দূরত ও সহজ হবে। এছাড়াও ফলাফল সম্পর্কে অগাম ধারণা করতে পারলে কাছের পরিবন্ধনা প্রণয়নেও সুবিধা হয়, অর্থাৎ কোনো কাছের ফলাফলের উপর ভিত্তি করে পরের কাজটির পরিবন্ধনা কেমন হওয়া উচিত সে সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

রসায়নে অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়া অনেক ক্ষেত্রেই পরীক্ষণনির্ভর, তবে কোনো কোনো ক্ষেত্রে পরীক্ষণের পরিবর্তে প্রশ্নমালায় মাধ্যমে তথ্য-উপাত্ত সংগ্রহ করা যায়। পরীক্ষণ ও তথ্য-উপাত্ত সংগ্রহ সর্বজন গ্রহণযোগ্য পদ্ধতি মনে করা হয়। যাতে করে প্রাপ্ত তথ্য-উপাত্ত সবার কাছে বোধগম্য হয়। এর পরের ধাপটি হলো- তথ্য ও উপাত্তের সংগঠন (যাছাই-বাছাই) ও বিশ্লেষণ করা। প্রাপ্ত ফলাফলের বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা প্রদানপূর্বক কোন অংশটি গ্রহণীয় আর কোন অংশটি বর্জনীয় তার একটি চিত্র তুলে ধরা হয়।

অনুসন্ধান ও গবেষণায় প্রাপ্ত ফলাফল বিজ্ঞান এবং মানবকল্যাণে কী প্রভাব ফেলবে তা সম্পর্কে আলোচনা থাকা অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার আরেকটি অংশ। প্রাপ্ত ফলাফল বিজ্ঞানের কোন মৌলিক বিষয়টির নতুন ব্যাখ্যা প্রদান করবে বা বিজ্ঞানের কোন অংশটি সহজে বুঝতে সহায়তা করবে তা উল্লেখ করতে হয়। বিষয়বস্তু র নির্ধারণ মানুষের কোন কোন কল্যাণে আসবে সুনির্দিষ্টভাবে তার দিক-নির্দেশনা দেওয়া হয়। এ ধরনের আলোচনার মাধ্যমে অনুসন্ধান ও গবেষণা কাছের বিষয়বস্তু র গুরুত্ব ফুটে উঠে।

উপরের আলোচনা থেকে এটা বুঝা যায় যে, অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়া সুনির্দিষ্ট পরিবন্ধনার মধ্য দিয়ে করা হয় এবং একটি ধাপ অপরটির সম্পূর্ণ।

এসে আমরা এবার দলগতভাবে একটা অনুসন্ধানমূলক কাজ করি। প্রতিটি দল পৃথকভাবে কমপক্ষে দশটি কনের অথবা সবছির নাম বের করে কন বেগুণোতে জৈব এসিড থাকতে পারে এক নামগুলো ছক-১.৬-এ লিপিবদ্ধ কর। তোমাদের সুবিধার্থে একটি ইঙ্গিত হলো, এসিডের হ্যাড টক হয়। এসিডের উপস্থিতি শিক্ষকের সহায়তার শিটমাস পেপারের সাহায্যে নিশ্চিত কর।

ছক-১.৬ : দলগতভাবে পূরণ কর।

|     |    |    |
|-----|----|----|
| ১।  | ২। | ৩। |
| ৪।  | ৫। | ৬। |
| ৭।  | ৮। | ৯। |
| ১০। |    |    |



### ১.৬ রাসায়নে অনুসন্ধানের সময়ে রাসায়নিক দ্রব্য সংরক্ষণ ও ব্যবহারে সতর্কতামূলক ব্যবস্থা


পরীক্ষণ ছাড়া রাসায়নে যেমন অনুসন্ধান ও গবেষণা করা কঠিন, তেমনি রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার বাতীত রাসায়নে পরীক্ষণ সাধারণত করা হয় না। অনেক রাসায়নিক পদার্থই স্বাস্থ্য ও পরিবেশের জন্য প্রত্যাক বা পরোক্ষভাবে মারাত্মক ক্ষতি করতে থাকে। অনেক দ্রব্য আছে যারা অতি সহজেই বিস্ফোরিত হতে পারে। কিছু দ্রব্য আছে যা বিষাক্ত, দাহ্য, স্বাস্থ্যসংবেদনশীল এবং ক্যান্সার সৃষ্টিকরী। তাহলে রাসায়নিক দ্রব্য সংগ্রহ এবং তা দিয়ে পরীক্ষণের পূর্বেই তার কার্যকারিতা সম্পর্কে প্রাথমিক জ্ঞান থাকা বৃহৎ জরুরি।

সরাসরি পরীক্ষাগার বা গবেষণাগার, শিল্প-কারখানা, কুঠি, টিকিংস প্রভৃতি ক্ষেত্রে রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার তথা রাসায়নিক দ্রব্যের বাণিজ্য বেড়ে যাওয়ায় এসেছে সংরক্ষণ ও ব্যবহারের সতর্কতামূলক ব্যবস্থা জরুরি হয়ে পড়ে। এ সংক্রান্ত একটি সর্বজনীন নিয়ম (Globally Harmonized System) চালুর বিষয়কে সামনে রেখে জাতিসংঘের উদ্দেশ্যে পরিবেশ ও উন্নয়ন নামে একটি সম্মেলন অনুষ্ঠিত হয়ে। উক্ত সম্মেলনের প্রতিপাদ্য বিষয় ছিল- (ক) রাসায়নিক পদার্থকে ঝুঁকি ও ঝুঁকির মাত্রার ভিত্তিতে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা। (খ) ঝুঁকির সতর্কতা সংক্রান্ত তথ্য-উপাত্ত (ডাটাবেজ) তৈরি করা এবং (গ) ঝুঁকি (hazard) ও ঝুঁকির মাত্রা বুঝাবার জন্য সর্বজনীন সাংকেতিক চিহ্ন নির্ধারণ করা। উপহারগ্রহণ করলে একটি সাংকেতিক চিহ্ন ছক-১.৭ -এ আশোচনা করা হলো।

কোনো রাসায়নিক দ্রব্য সরবরাহ বা সংরক্ষণ করতে হলে তার পাত্রের গারে সেবেসে সাহায্যে শ্রেণিভেদ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সাংকেতিক চিহ্ন প্রদান করা অবশ্যই বাধ্যনীয়। তাহলে ব্যবহারকারী সহজেই কোনো রাসায়নিক দ্রব্যের পাত্রের গারে সেবেস দেখেই এর কার্যকারিতা সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা নিতে পারবে এবং এর কার্যকারিতার ঝুঁকি মন্থার রেখে সংরক্ষণ ও ব্যবহার করতে পারবে। যেমন বিপদজনক সাংকেতিক চিহ্ন সংলগ্ন কোনো পাত্রের গারে সেবেস (label) দেখে এটা বুঝা যাবে যে, পাত্রের রাসায়নিক দ্রব্যটি একটি মারাত্মক বিষাক্ত পদার্থ (ছক- ১.৭ দেখ)। সাথে সাথে ব্যবহারকারীর মাথায় এটাও কল করতে হবে, ব্যবহারের সময় অবশ্যই বিশেষ সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। যাতে এটা শরীরের ভিতরে প্রবেশ করতে না পারে। এছাড়াও পরীক্ষার পর পরীক্ষণ মিশ্রণ উন্মুক্ত পরিবেশে ফেলে দেওয়া যাবে কি না বা পরিশোধন করতে হবে কি না, সে সম্পর্কে ধারণা নিতে পারবে। সংগৃহীত রাসায়নিক দ্রব্য কোথায়, কীভাবে সংরক্ষণ করলে রাসায়নিক দ্রব্যের মান ঠিক থাকবে ও অনাকস্মিকত সৃষ্টি না এড়ানো যাবে, সেসব ধারণাও পাওয়া যাবে।


ছক-১.৭ : রাসায়নিক দ্রব্যের ঝুঁকি ও ঝুঁকির মাত্রা বুঝার জন্য নির্ধারিত সাংকেতিক চিহ্ন, ঝুঁকি, ঝুঁকির মাত্রা ও সাবধানতা।

| সাংকেতিক চিহ্ন  | ঝুঁকি, ঝুঁকির মাত্রা ও সাবধানতা  |
|---|--|
| <br>বিস্ফোরিত বোমা | বিস্ফোরক (explosive) দ্রব্য, মিছে মিছেই বিস্ফোজ করতে পারে, যেমন- টেজার পার-অক্সাইড। নির্জন জায়গায় সংরক্ষণ করা, সাবধানে নাড়াচাড়া করা, ধ্বংস হতে পারে এমন জায়গায় না রাখা, অন্য পদার্থের সাথে মিশ্রনের সময় অতি ধীরে যত্ন করা, ব্যবহারের সময় চোখে নিয়ন্ত্রণ চশমা পরা। |
| <br>আগুনের শিখা    | দাহ্য (flammable) পদার্থ- গ্যাস, তরল, কঠিন। সহজেই আগুন ধরতে পারে। বিস্ফোজ করে তাপ উৎপন্ন করে, যেমন- অ্যাক্সেলেশ, পেরক্সিগ্লিাম। এ ধরনের দ্রব্য যত্ন বা তাপ থেকে দূরে রাখা, ধ্বংস হতে পারে এমন অবস্থা না রাখা।  |

| সংকেতিক চিহ্ন  | ঝুঁকি, ঝুঁকির মাত্রা ও ব্যবধানতা   |
|--|--|
| <br>বৃদ্ধির উপর আগুনের শিখা           | জারক (oxidizing agent) গ্যাস বা তরল পদার্থ, যেমন—ক্লোরিন গ্যাস। নিম্নমাত্রায় গলে শ্বাসকষ্ট হতে পারে, ত্বকে লাগলে ক্ষত হতে পারে। গ্যাস হলে নিশ্বাসে রাখা, জারক বিক্রিয়া করতে পারে এমন পাত্রের না রাখা, ব্যবহারের সময় হাতে সুনির্দিষ্ট দস্তানা, চোখে নিরাপদ চশমা ও নাকে-মুখে মাস্ক ব্যবহার করা।   |
| <br>বিপদজনক                           | মারাত্মক বিষাক্ত পদার্থ (poison)—গ্যাস, তরল, কঠিন। নিম্নমাত্রায়, ত্বকে লাগলে অথবা খেলে মৃত্যু হতে পারে। এ ধরনের পদার্থ অবশ্যই তাগবন্দ্য হ'লে সংরক্ষণ করা বাঞ্ছনীয়। ব্যবহারের সময় হাতে দস্তানা, চোখে নিরাপদ চশমা ও নাকে-মুখে মাস্ক (গ্যাস হলে) ব্যবহার করা। শরীরের প্রবেশ করতে পারে এমন অবস্থা এড়িয়ে চলা। পরীক্ষার পর পরীক্ষণ মিশ্রণের যথাযথ পরিশোধন করা।  |
| <br>বায়ু-ঝুঁকির সংকেত                | দেহের শ্বাস-প্রশ্বাস সংক্রান্ত (respiratory) অঙ্গের জন্য সংবেদনশীল, জীবানু সংক্রমণ ঘটতে পারে (mutagenic), ক্যান্সার সৃষ্টি (carcinogenic) করতে পারে। সর্বসাধারণের বাইরে নিরাপদ হ'লে সংরক্ষণ করা, ব্যবহারের সময় হাতে দস্তানা, চোখে নিরাপদ চশমা ও নাকে-মুখে মাস্ক ব্যবহার করা। পরীক্ষণ মিশ্রণের সংগ্রহ ও যথাযথ পরিশোধন করা।   |
| <br>পরিবেশ                            | পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর, বিশেষ করে জলজ (aquatic) উদ্ভিদ ও প্রাণির জন্য ক্ষতিকর। এ ধরনের পদার্থ নদী-নালায় পানিতে মিশতে দেওয়া উচিত নয়। পরীক্ষণ মিশ্রণ সংগ্রহ ও পরিশোধন করা।   |
| <br>তেজস্ক্রিয় রশ্মি চিহ্ন (trefoil) | আন্তর্জাতিক রশ্মি চিহ্নটি ১৯৫৬ সালে আমেরিকাতে প্রথম ব্যবহৃত হয়েছিল। চিহ্নটিকে ত্রিফল্ল (trefoil) ও বলা হয়। এটি দ্বারা অভিরক্ত ক্ষতিকর তেজস্ক্রিয় রশ্মিকে (শক্তি) বোঝানো হয়। এ ধরনের রশ্মি মানবদেহকে বিকলাঙ্ক করে দিতে পারে এবং শরীরে ক্যান্সার সৃষ্টি করতে পারে। রশ্মি বের হতে না পারে এরকম পুঁজি বা বিশেষ পাত্রের রাসায়নিক দ্রব্যাদি সংরক্ষণ করা। কাজ করার সময় নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখা, উপযুক্ত পোশাক পরিধান করা, চোখে বিশেষ ধরনের চশমা পরা ইত্যাদি। |

ধর একটি বোতলের গায়ের লেবেলে নিম্নের চিহ্ন (ছক-১.৮) দেওয়া আছে। এবার উপরে প্রদত্ত তথ্য (ছক ১.৭) থেকে শ্রেণিকক্ষে বসেই নিজেরা চিহ্ন দ্বারা ব্যক্ত সম্ভাব্য ঝুঁকি ও ঝুঁকির মাত্রার বর্ণনা করার চেষ্টা কর।

ছক-১.৮ : শিখনকলের মাধ্যমে তোমরা নিজেরা পূরণ কর।

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <br>বৃদ্ধির উপর আগুনের শিখা | সংরক্ষণ ও ব্যবহারের সর্তকতা: |
|   |                              |



## সৃজনশীল প্রশ্ন:

১.



চিত্র ১ : ঔষধ সেবনের ছবি



চিত্র ২ : সবজিখেতে কীটনাশক  
ছিটানোর ছবি

ক. মরিচা কী?

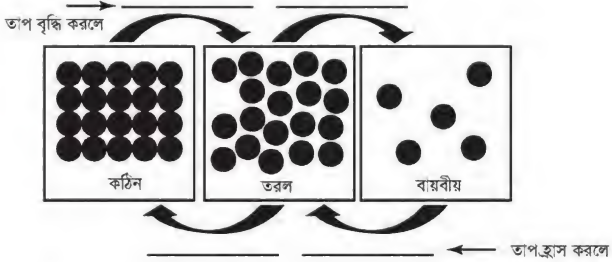
খ. পেঁপে পাকলে হৃদয় হয় কেন?

গ. উদ্ভীপকের ১ম চিত্রে রসায়ন কীভাবে সম্পর্কিত - ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্ভীপকের কোনটির অতিরিক্ত ব্যবহার পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর যুক্তিসহ লিখ।

## দ্বিতীয় অধ্যায় পদার্থের অবস্থা

পদার্থ হলো এমন ভৌত বস্তু যার তর ও আয়তন আছে। সকল পদার্থই সাধারণত তিন অবস্থায় বিরাজ করে— কঠিন, তরল ও বায়বীয়। কিন্তু স্বাভাবিক কক্ষ তাপমাত্রায় কিছু পদার্থ কঠিন, কিছু তরল এবং কিছু বায়বীয় অবস্থায় থাকে। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন ঘটে। তিন অবস্থাতেই এদের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য ও ধর্ম রয়েছে। অবস্থা পরিবর্তনে পদার্থের অণুর গঠনের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। কঠিন অবস্থায় অণুসমূহ কাছাকাছি থেকে ঝাঁপতে থাকে; তাপ প্রদানের সাথে সাথে অণুসমূহ গতিশীল হয় এবং দূরে সরে যেতে থাকে। বিভিন্ন মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের ছড়িয়ে পড়ার প্রবণতা লক্ষ করা যায়। তা হতে পারে স্বতঃস্ফূর্তভাবে অথবা চাপের প্রভাবে।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- (১) কণার গতিতত্ত্বের স্বীকারের সাহায্যে পদার্থের ভৌত অবস্থা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) গতিতত্ত্বের সাহায্যে ব্যাপন ও নিঃসরণের ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৩) পদার্থের ভৌত অবস্থা ও তাপের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৪) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ব্যাপন হার বৃদ্ধি পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারব।
- (৫) কঠিন পদার্থের গলন ও উর্ধ্বপাতন এবং তরল পদার্থের স্ফুটন প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারব।
- (৬) কঠিন পদার্থের গলন ও উর্ধ্বপাতন এবং তরল পদার্থের স্ফুটন প্রক্রিয়া পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারব।
- (৭) প্রকৃতিতে সংঘটিত বাস্তব ঘটনা রসায়নের দৃষ্টিতে বিশ্লেষণে অগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।
- (৮) রাসায়নিক দ্রব্য ও ধার্মেমিটির সঠিকভাবে ব্যবহার করতে পারব।

## ২.১ পদার্থ ও পদার্থের অবস্থা।

যার ভর আছে, জায়গা দখল করে এবং ছড়তা আছে তাই পদার্থ। পূর্বেই মনেছি পদার্থ সাধারণত তিন অবস্থায় থাকে—কঠিন, তরল এবং বায়বীয়।

নিচের চিত্রে কিছু কঠিন, তরল, বায়বীয় পদার্থের চিত্র দেওয়া হলো:



চিত্র ২.১ : কিছু কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থ

নিচের ছকে অবস্থা অনুযায়ী এগুলো সাজাও :-

| কঠিন | তরল | বায়বীয় বা গ্যাসীয় |
|------|-----|----------------------|
|      |     |                      |

### ছক ২.১ : বিভিন্ন অবস্থার পদার্থ

আমরা পদার্থসমূহ পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণ করে— আকৃতি, আয়তন, সংকোচনশীলতা, ঘনত্ব, সহজগ্ৰবাহ, প্রসারণশীলতা ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারি—

#### নিজে নিজে কর :

বাড়ি থেকে আনা পেলিল, পাথর বা অন্য কোনো কঠিন পদার্থের উপর চাপ দাও, আকৃতি ও আয়তন পর্যবেক্ষণ কর।

এবার একটি গ্যাসে পানি নাও, অন্য আকৃতির একটি পাত্রে তা ঢাল। কী লক্ষ করলে?

ইনজেকশনের দুটি সিরিঙ্গে পানি ও বাতাস ভরে সূচ খুলে মুখ বন্ধ করে চাপ দিলে কী পরিবর্তন হয় দেখ।

খালি কোনো মুখ দিয়ে বাতাস ভরে ফুলাও, তারপর মুখটি খুলে দাও।

পর্যবেক্ষণের ফলাফল খাতায় নোট কর।

#### দলগতভাবে কর :

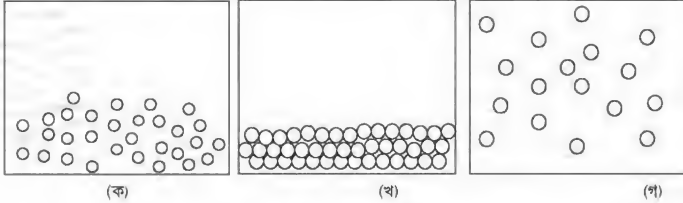
পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণের মাধ্যমে উপরের কোন বৈশিষ্ট্যসমূহ নির্ধারণ করতে পারলে কোনগুলো পারলে না তা ব্যাখ্যা কর। শিক্ষকের সাহায্য নিয়ে ল্যাবরেটরিতে তোমরা ঘনত্ব ও প্রসারণশীলতা বৈশিষ্ট্য দুটির পরীক্ষা করতে পার।



## ২.২ কণার গতিতত্ত্ব (Kinetic theory of particles)

সবল পদার্থই ক্ষুদ্রতম কণিকা দ্বারা তৈরি এবং তা কঠিন, তরল অথবা গ্যাসীয় অবস্থায় যে কোনো একটি অবস্থায় থাকে। সবল অবস্থায় পদার্থের কণাসমূহ গতিশীল থাকে।

নিচে পদার্থের তিন অবস্থায় কণিকাসমূহ কীভাবে সঙ্কীর্ণ থাকে তা দেওয়া হলো। কোনটি কঠিন, কোনটি তরল ও কোনটি গ্যাসীয় অবস্থায় আছে খাতায় ঐকে পর পর সাদ্ধাও :

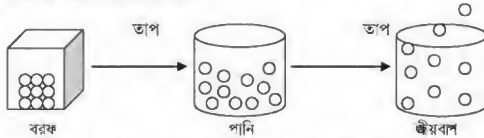


চিত্র ২.২ : পদার্থের তিন অবস্থার বিভিন্ন কণিকাসমূহের অবস্থা

চিন্তা কর :

- একই পদার্থকে কীভাবে কঠিন থেকে তরলে এবং তরল থেকে গ্যাসীয় অবস্থায় নেওয়া যায়?
- তিন অবস্থায় কণিকাসমূহ কীভাবে অবস্থান করে?
- কোন অবস্থায় অণুসমূহ সবচেয়ে কাছাকাছি অবস্থায়, কখন মাঝামাঝি অবস্থায় এবং কখন সবচেয়ে দূরে অবস্থান করে?
- কখন একটি অণুর সাথে অপর অণুর আকর্ষণ শক্তি সবচেয়ে বেশি, কখন কিছুটা কম এবং কখন একদম থাকে না বললেই চলে?
- তিন অবস্থায় কণিকাসমূহের গতিশীলতার অবস্থা ব্যাখ্যা কর।

আমরা সকলেই পানির তিন অবস্থার সাথে পরিচিত; বরফ (কঠিন), পানি (তরল) ও জলীয়বাষ্প (গ্যাসীয়)। চিত্রে তাপ প্রদানে এর তিন অবস্থার পরিবর্তন দেখানো হলো:



চিত্র ২.৩ তাপ প্রদানে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন

চিন্তা কর : কীভাবে জলীয়বাষ্পকে পানিতে এবং পানিকে বরফে পরিণত করা যায়? ডিপ ফ্রিজে পানি রাখলে তা কীভাবে বরফে পরিণত হয়?

সদ্য ফুটানো একরূপ গরম পানিকে টেবিলে রাখলে কী দেখতে পাবে? উপরে জলীয়বাষ্পের কণা বাতাসে ছড়িয়ে পড়ছে। একে যদি আরও তাপ দেওয়া হতো এক সময় কাপটি খাপি হয়ে যেত। কিন্তু যদি কাপটি স্বাভাবিক অবস্থায় রেখে দিতে তবে তা ধীরে ধীরে ঠান্ডা হয়ে যেত, জলীয়বাষ্পকে আর বেরিয়ে পড়তে দেখতে না।

কণার গতিতত্ত্ব থেকে, কণাসমূহ (অণু) কীভাবে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থায় গতিশীল থাকে তা জানা যায়।

কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে। শক্তিশালী আকর্ষণ বলের কারণে কণাসমূহ খুব কাছাকাছি অবস্থান করে। কঠিন পদার্থের কণাসমূহ কাছাকাছি অবস্থান করে কাঁপতে থাকে।



চিত্র ২.৪ : বাষ্প ফুটানো পানি

তরল পদার্থ আয়তন পরিবর্তন না করে যে পাত্রের আকার ধারণ করে। চাপে তরল পদার্থের আয়তন স্বল্প মাত্রায় সংকোচনশীল। তরল পদার্থের কণার গতি কঠিন পদার্থের তুলনায় বেশি। তরল পদার্থের কণাসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল কঠিনের চেয়ে কম। সে কারণে তরলের কণাসমূহ মোটামুটি দূরত্বে অবস্থান করে।

গ্যাসীয় পদার্থ যে পাত্রে রাখা হয় তার পুরোটাই দখল করে। কণাসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল খুবই কম, একে অন্যান্য কাছ থেকে অনেক দূরে অবস্থান করে। গ্যাসীয় পদার্থের কণাসমূহ বাধাহীনভাবে চলাচল করে। কণাসমূহ বিভিন্ন দিকে চলমান অবস্থায় ছড়িয়ে থাকে। চাপে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অধিক মাত্রায় সংকোচনশীল।

বতই তাপ দেওয়া হয় কণাসমূহ তত গতিশক্তি অর্জন করে এক চলাচল বেড়ে যায়। তরল অবস্থায় কণাসমূহ দূরে দূরে সরে যায়। স্ফুটনে গ্যাসীয় কণাসমূহ তরলের উপরিতল থেকে বাইরে বেরিয়ে যায় এক ইচ্ছামতো বিভিন্ন দিকে চলাচল করার মতো যথেষ্ট শক্তি সঞ্চয় করে।

গতিতত্ত্বের ভিত্তিতে তাপশক্তি ব্যবহার করে পদার্থকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তর করা সম্ভব। কঠিনকে তাপ দিয়ে গলনাথকে পৌঁছালে তা তরলে পরিণত হয়। তরলকে তাপ দিয়ে স্ফুটনাথকে পৌঁছালে তা গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণত হয়।



বেলনের ভেতরের গ্যাসের কণাসমূহ বেলনের ভেতরের আবরণের সাথে ধাক্কা খেতে থাকে একে বাইরের দিকে ঠেলে দেয়। একে গ্যাসের চাপ বলে। তাপ বাড়ালে চাপ আরও বেড়ে যাবে বেলন ব্যাখ্যা কর।

কঠিন অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ সবচেয়ে বেশি থাকে। আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে কম থাকে।

তরল অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ তুলনামূলকভাবে কমে যায় এবং পদার্থের অণুসমূহের মধ্যে দূরত্ব বেড়ে যায়। গ্যাসীয় অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ একেবারেই কম থাকে। দূরত্ব এতটাই বেড়ে যায় যে কণাসমূহ ইচ্ছামতো এদিক-ওদিক ঘুরে বেড়ায় ও আন্তঃআণবিক শক্তিকে অতিক্রম করে বাইরে ছড়িয়ে পড়ে।

### ২.৩ ব্যাপন (Diffusion)

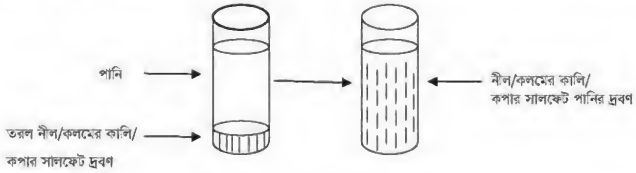
সদ্য তৈরি অ্যামোনিয়া গ্যাসজারের ঢাকনা সরিয়ে যদি বায়ুপূর্ণ একটি গ্যাসজার রাখ, দেখবে উপরের গ্যাসজারে অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ুর সাথে মিশে গেছে। প্রমাণরূপ একটি লাল লিটমাস পেপার প্রবেশ করালেই দেখবে তা নীল রং ধারণ করেছে।



নিচের পরীক্ষাগুলো ক্লাসে দলগতভাবে কর :

#### পরীক্ষা-১

১. একটি টেস্টটিউবে কিছু বিশুদ্ধ পানি নাও।
২. জুপারের সাহায্যে ধীরে ধীরে কয়েক ফোঁটা তরল নীল/কলমের কালি/কপার সালফেট দ্রবণ যোগ কর।
৩. পুরোটা পানি একই রং ধারণ করতে কতটা সময় লাগল পর্যবেক্ষণ করে নোট কর।
৪. এবার অপর একটি টেস্টটিউব গরম পানির বিকারে রাখ এবং ১ ও ২ নং প্রক্রিয়াটি সন্ধান করার পর ৩ নং প্রক্রিয়াটি হতে কত সময় লাগল তা নোট কর।



#### পরীক্ষা-২

১. একটি টেস্টটিউবে কিছু বিশুদ্ধ পানি নাও। তাতে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের কয়েকটি স্ফটিক যোগ কর।
২. পুরোটা পানি হালকা বেগুনি রং ধারণ করতে কতটা সময় লাগল নোট কর।
৩. এবার অপর একটি টেস্টটিউব গরম পানির বিকারে রাখ এবং সমপরিমাণ পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ও পানি দিয়ে ১ ও ২ নং প্রক্রিয়াটি সন্ধান হতে কত সময় লাগল তা নোট কর। যত্নে ধরে সময় নাও।

এই পরীক্ষাটি তুমি চিনি, খাবার লবণ দিয়েও করতে পার। যেহেতু রঙিন নয়, স্বাদ নিয়ে তা দেখতে হবে পানির সাথে চিনি বা লবণের কণাগুলো মিশে গেছে কি না।



পরীক্ষা ১ ও ২ নং-এর ক্ষেত্রে কী দেখলে? তাপ প্রদানের পূর্বে সময় লেগেছে বেশি এবং তাপ প্রদানের পর সময় লেগেছে কম। ক্যাসামুহ ছড়িয়ে পড়ার হার ২নং পরীক্ষার তুলনায় ১নং পরীক্ষায় বেশি ছিল। আবার স্বাভাবিক পানির তুলনায় গরম পানিতে ক্যাসামুহ ছড়িয়ে পড়ার হার বেশি। আমরা যদি গ্যাসীয় পদার্থ (অ্যামোনিয়া গ্যাসের) পরীক্ষাটি নিজ হাতে করতে পারতাম দৈনন্দিন ১ম পরীক্ষাটির চেয়েও গ্যাসীয় ক্যা ছড়িয়ে পড়ার হার অনেক বেশি। উপরের পরীক্ষাপুণ্য থেকে তুমি তাপমাত্রার সাথে ব্যাপনের হারের সম্পর্ক নির্ণয় কর।

উপরের পরীক্ষাসমূহের ক্ষেত্রে কোনোটিতেই কোনো চাপ প্রয়োগ করা হয়নি।

কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় বস্তু র স্বতঃস্ফূর্ত ও সমভাবে পরিব্যাপ্ত হওয়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।

উপরের পরীক্ষাসমূহ এবং নিজেদের অভিজ্ঞতার আলোকে নিছ নিছ খাতায় ব্যাপনের কিছু বাস্তব উদাহরণ লিখ।

চিন্তা কর :

১. He, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> গ্যাসের ক্ষেত্রে CO<sub>2</sub> -এর ব্যাপন সময় সবচেয়ে বেশি, H<sub>2</sub> এর সবচেয়ে কম লাগবে কেন? He -এর ক্ষেত্রে কী ঘটবে বলে তোমার ধারণা?
২. তরল ও কঠিনের ক্ষেত্রে তাপের প্রভাব ও গতিতত্ত্বের সম্পর্ক কী?

## ২.৪ নিঃসরণ (Effusion)

একটি হিলিয়াম গ্যাস বা বায়ুভরা বেগুন নাও। ছোট একটা ছিদ্র কর। কী ঘটছে লক্ষ্য কর। কিছুক্ষণের মধ্যেই দেখবে বেগুনটি চুপসে গেছে। তেবে দেখেছ, কেন এমন হলো? গ্যাসের বা বায়ুর অণুসমূহ ছিদ্রপথে বেরিয়ে পড়েছে। একেই বলে নিঃসরণ। চাপ কাজ করেছে? যদি চাপ কাজ করে তবে তো গ্যাসীয় বস্তু র স্বতঃস্ফূর্ত ও সমভাবে পরিব্যাপ্ত হওয়ায় ক্যা নয়। ছিদ্রপথ অণুর স্বতঃস্ফূর্ত গতিকে বাধা দেয়। ছিদ্র যত বড় হতে থাকে স্বতঃস্ফূর্ততা তত বৃদ্ধি পেতে থাকে। যখন সম্পূর্ণ চাপমুক্ত হয় তখন ব্যাপনে রূপান্তরিত হয়।



হিলিয়াম গ্যাসের চাপ বেগুনের ভেতরে এবং বাহিরে সমান নয়। বেগুনের ভেতরে চাপ বেশি থাকে। সবু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চচাপ থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

উদাহরণস্বরূপ প্রাকৃতিক গ্যাস বা মিথেন (CH<sub>4</sub>) গ্যাসকে অধিক চাপ প্রয়োগ করে সি.এন.জি (Compressed

natural gas)–তে পরিণত করে যানবাহনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ঘরবাড়িতে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহারের জন্য অধিক চাপে মিথেন এবং রিফাইনারি থেকে প্রাপ্ত বিউটেন ও প্রোপেন গ্যাস সিলিন্ডারে রাখা হয়। হাসপাতালে ব্যবহারের জন্য অধিক চাপে অক্সিজেন গ্যাস সিলিন্ডারে ভরে রাখা হয়। কোনোভাবে সিলিন্ডারসমূহে ছিদ্র হয়ে গেলে দেখা যাবে সজোরে গ্যাস বেরিয়ে আসছে। যা থেকে বিপদজনক অবস্থার সৃষ্টি হতে পারে।

একটি পাকা কাঁঠাল ঘরের একটি কক্ষে রেখে দিলে তার গন্ধ কাঁঠালের ত্বকের ছিদ্রপথে বের হয়ে বিভিন্ন কক্ষে ছড়িয়ে পড়ে। ত্বকের ছিদ্রপথে গন্ধ বের হয়ে আসা নিঃসরণ এবং বের হওয়ার পর বিভিন্ন কক্ষে ছড়িয়ে পড়া ব্যাপন।

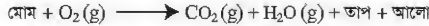
**চিন্তা কর:** কোনটি থেকে গ্যাস সবচেয়ে বেশি দ্রুত বেরবে? মিথেন গ্যাসের তর ও ঘনত্ব সবচেয়ে কম, অক্সিজেন গ্যাসের তর ও ঘনত্ব তার চেয়ে বেশি। বিউটেন গ্যাসের সবচেয়ে বেশি। প্রোপেন গ্যাসের তর ও ঘনত্ব বিউটেনের চেয়ে কম।

ব্যাপন ও নিঃসরণ বস্তুর ভর এবং ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। বস্তুর ভর এবং ঘনত্ব যত বেশি হবে ব্যাপন ও নিঃসরণের হার তত হ্রাস পাবে।

**শ্রেণির কাজ :** ব্যাপন ও নিঃসরণের ক্ষতিকর দিক কী? নিজ নিজ খাতায় লেখ।

## ২.৫ মোমের জ্বলন ও পদার্থের তিন অবস্থা

মোম যখন জ্বলতে থাকে তখন পদার্থের তিনটি অবস্থাই একসাথে দেখা যায়। মোম গলতে শুরু করলে এর মধ্যের সুতাটি তা শোষণ করে নেয়। সুতার অগ্রভাগে মোম গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। একে আমরা মোমের বাষ্প বলি। তখন বায়ুর উপস্থিতিতে মোমের দহন হতে থাকে। যতক্ষণ সুতাটি থাকবে ততক্ষণ তা জ্বলতে থাকবে। যেহেতু মোম একটি হাইড্রোকার্বন অর্থাৎ জৈব যৌগ, পর্যাণ্ড বাতাসের উপস্থিতিতে মোমের দহনের ফলে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্প উৎপন্ন হয়।



চিত্র ২.৯ : মোমের জ্বলন

## ২.৬ গলন ও স্ফুটন (Melting and Boiling)

পদার্থের গলন ও স্ফুটন নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে থাকে।

### পরীক্ষা-১: কঠিন পদার্থের গলন

- কিছু মোম গুঁড়া করে একটি তাপসহ কাচনলে নিতে হবে এক একটি কাঠি দিয়ে মোমগুলো ঠেলে দিতে হবে।
- চিল্লের মতো করে বস্তুপাতি ও উপকরণগুলো সাজাতে হবে। গলন-টিউবের সাথে থার্মোমিটারটি ইলেক্ট্রিক ব্যান্ডের মাধ্যমে আটকে রাখতে হবে।
- অল্প শিখায় ধীরে ধীরে তাপ দিতে হবে এক অনবরত বিকারের গানিকে নাড়ানি দিয়ে নাড়তে হবে। কত তাপমাত্রায় তা গলতে শুরু করে তা নোট নিতে হবে। গলতে শুরু করলে তাপ সরিয়ে নিতে হবে। এক মিনিট পর পর তাপমাত্রা নোট করতে হবে।



চিত্র ২.১০ : গঠন পদার্থের গলন

৫. পরীক্ষাটি প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত ঘড়ি ধরে ১ মিনিট পর পর সময় ও তাপমাত্রা নোট করতে হবে।

৬. গ্রাফ পেপারে X-অক্ষে সময় ও Y- অক্ষে তাপমাত্রা ধরে বক্ররেখাটি (curve) একে তা থেকে এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করতে হবে।

গলন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একাধিক কঠিন পদার্থের মিশ্রণ থেকে উদ্ভাদানসমূহকে ক্রমান্বয়ে পৃথক করা সম্ভব।

## পরীক্ষা-২ : তরল পদার্থের স্ফুটন

১. চিক্কেস মতো যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলো সাজাতে হবে। সেরাশ রাখতে হবে যাতে থার্মোমিটারটি পানিতে ডুবানো থাকে।
২. পানি স্ফুটতে শুরু করা পর্যন্ত তাল দাও। অর্থাৎ যখন পানি সাজে আরে বুদবুদ আকারে ফুটে ওঠার শুরুতে বেরিয়ে যেতে থাকে তখন তাল দেওয়া বন্ধ কর।
৩. সর্বোচ্চ তাপমাত্রা নোট কর।

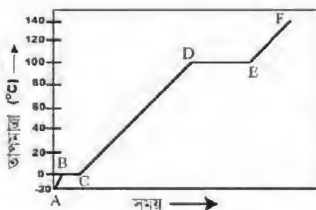


চিত্র ২.১১ : তরলের স্ফুটন

৪. ১ম থেকে শেষ পর্যন্ত ঘড়ি ধারে ১ মিনিট পর পর তাপমাত্রা নোট করবে।
৫. থার্মোমিটার ব্যবহার করে পরীক্ষা-১-এর মতো স্ফুটনের তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

স্বাভাবিক চাপে (1 atm) যে তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে সেই পদার্থের গলনাক বলে। (atm = atmosphere বা বায়ুমণ্ডলীয় চাপ)

স্বাভাবিক চাপে (1 atm) যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থ গ্যাসীয় অবস্থা গ্রাস্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে সেই পদার্থের স্ফুটনাক বলে।



E-F- কঠিন থেকে গ্যাস

D-E- তরল থেকে গ্যাস (তরল ও কঠিন থেকে গ্যাস)

C-D- তরল (তরল)

B-C- কঠিন থেকে তরল (কঠিন ও তরল)

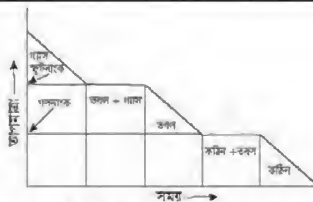
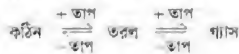
A-B- কঠিন (কঠিন)

চিত্র ২.১২ : তাপ প্রদানের বক্ররেখা (heating curve)

স্ফুটন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একাধিক তরল পদার্থের মিশ্রণ থেকে উপাদানসমূহকে ক্রমান্বয়ে পৃথক করা সম্ভব।

চিন্তা কর: A-B পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিবর্তন হলো, কিন্তু B-C পর্যন্ত হলো না। আবার C-D পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিবর্তন হলো কিন্তু D-E পর্যন্ত হলো না। E-F পর্যন্ত তাপমাত্রা আবার বাড়তে থাকল। তাপশক্তি প্রদান করা হলো কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে না কেন?

পদার্থের অবস্থা পরিবর্তনকে লিখা যায়-

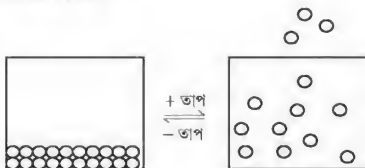


সাধারণ শীতলীকরণের বক্ররেখা (Cooling Curve)

**প্রজেক্ট :** পানির শীতলীকরণের বক্ররেখাটি (cooling curve) প্রদর্শন করে বিভিন্ন বিন্দুতে এর অবস্থা বিশ্লেষণ কর। কোন কোন তাপমাত্রায় তাপ প্রদান করলেও তাপমাত্রা পরিবর্তন হয় না বর্ণনা কর।

## ২.৭ উর্ধ্বপাতন

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর :



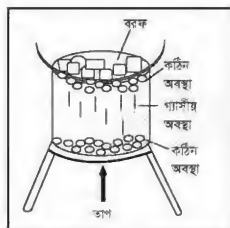
চিত্র ২.১৩: কঠিন পদার্থের উর্ধ্বপাতন

চিন্তা কর:  
পাশের চিত্রের  
ক্ষেত্রে তাপীয় ও  
শীতলীকরণ  
বক্ররেখা (curve)  
কেমন হতে পারে?

এমন কিছু পদার্থ আছে যারা তাপে কঠিন থেকে সরাসরি গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং শীতলীকরণে গ্যাসীয় অবস্থা থেকে কঠিনে রূপান্তরিত হয়। যেমন, ন্যাপথালিন, আয়োডিন, কপূর, কঠিন  $\text{CO}_2$  ইত্যাদি।

**পরীক্ষা :** চিত্রের মতো যন্ত্রপাতি সাজাও। পাড়ে কিছু পরিমাণ কপূর নাও। ধীরে ধীরে বিকারের নিচে তাপ দিতে থাক।

কী পরিবর্তন দেখলে খাতায় নোট কর। একই পদ্ধতিতে ন্যাপথালিন, আয়োডিনকে তাপ দিয়ে কঠিন থেকে গ্যাসে এবং গ্যাস থেকে কঠিনে রূপান্তরিত করতে পার।



চিত্র ২.১৪ : উদাহরণী পদার্থের উর্ধ্বপাতন

উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উর্ধ্বপাতিত পদার্থকে অন্য পদার্থ থেকে পৃথক করা যায়।

যদি কঠিন পদার্থকে তাপ দিলে তা সরাসরি গ্যাসে পরিণত হয় এবং ঠান্ডা করলে সরাসরি কঠিনে রূপান্তরিত হয় তবে এ প্রক্রিয়াকে উর্ধ্বপাতন বলে।

**প্রজেক্ট :** ১. দুটি পাড়ে পাশাপাশি কপূর ও বরফ রেখে নাড়াতে থাক। কী পরিবর্তন লক্ষ্য করছ এবং কেন? বিশ্লেষণ কর। দুদিন পর কী অবস্থা হয় এবং কী কারণে হয় ব্যাখ্যা কর।

## অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. বাষ্পে গরম চা রাখলে নিচের কোন প্রক্রিয়াটি ঘটে?

ক. বাষ্পীভবন

খ. উর্ধ্বপাতন

গ. ব্যাপন

ঘ. নিঃসরণ

২. জলীয়বাষ্পকে যখন ঘনীভবন করা হয়, তখন কণাসমূহের কেন্দ্রে কী ঘটেবে?

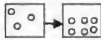
ক. আকার সংকুচিত হবে

খ. চলাচল করতে থাকবে

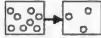
গ. একই অবস্থানে থেকে কাঁপতে থাকবে

ঘ. শক্তি নির্গত করবে

৩. নিচের কোন চিত্রটি উর্ধ্বপাতনের জন্য প্রযোজ্য?

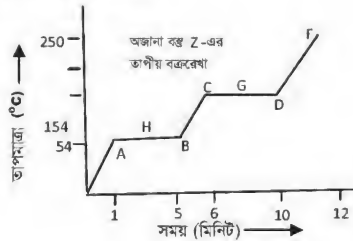
ক. 

খ. 

গ. 

ঘ. 

৪. অজানা কঠিন বস্তু Z-এর তাপীয় বক্ররেখা





পূর্বের পৃষ্ঠার চিত্র হতে বোঝা যায়—

- i. Z বস্তু টির গলনাংক  $54^{\circ}\text{C}$
- ii. Z বস্তু টি উদ্বায়ী
- iii. A-B ও C-D রেখা বস্তু টির গলনাংক ও স্ফুটনাংক বুঝায়।

নিচের কোনটি সঠিক?

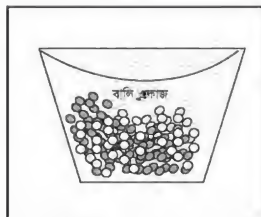
- |            |                |
|------------|----------------|
| ক. i ও ii  | খ. ii ও iii    |
| গ. i ও iii | ঘ. i, ii ও iii |

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১



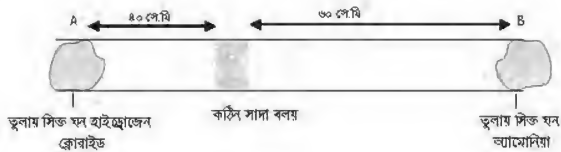
ক-কয়লা



খ-কা

- ক. ব্যাপন কাকে বলে?
- খ. ভি স্কেলে ব্যাপন ও নিঃসরণের মধ্যে কোনটি আগে ঘটে?
- গ. তাপমাত্রা বাড়তে থাকলে উদ্ভীপকের কোন পদার্থটি সবার আগে বাষ্পীভূত হবে? কারণ ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. ক-পাত্রের উপাদান ও খ-পাত্রের উপাদানগুলোকে পৃথকীকরণে একই পদ্ধতির ব্যবহার সম্ভব কি না— বৃত্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

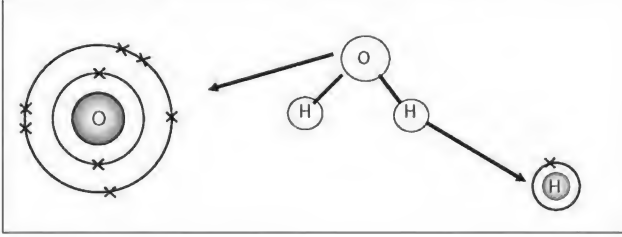
২.



- ক. নিঃসরণ কী?
- খ. এ বই পদার্থের গণনাংক ও সফটনাংক ডিন্স কেন?
- গ. উদ্ভিদবের প্রক্রিয়াটি কোন ধরনের পরিবর্তন— বয়স্ক বর।
- ঘ. উৎপন্ন সাদা যৌগ A প্রাপ্তের বহুবর্ষি উৎপন্ন হওয়ার যৌক্তিক বরনা বয়স্ক বর।

## তৃতীয় অধ্যায় পদার্থের গঠন

পৃথিবীতে যত পদার্থ আছে সবই অতি ক্ষুদ্র কণিকা দিয়ে তৈরি। এরা এতই ক্ষুদ্র যে অতি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারাও দেখা যায় না। মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম পরমাণু এবং যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম অণু। প্রতিটি পরমাণুরই নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে। পরমাণুর প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো, এদের নিজ নিজ পারমাণবিক সংখ্যা। পরমাণু ও অণুর আপেক্ষিক এবং প্রকৃত ভর রয়েছে। প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন পরমাণুর প্রধান কণিকা। পরমাণুর কেন্দ্রে প্রোটন ও নিউট্রন নিয়ে গঠিত নিউক্লিয়াসই তার প্রায় সকল ভর বহন করে। প্রোটনের সমসংখ্যক ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে বিভিন্ন কক্ষপথে ঘুরে বেড়ায়। একই মৌলের আবার একাধিক ভরসংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণু রয়েছে যাদের আইসোটোপ বলা হয়। মানবজীবনে বিভিন্ন ক্ষেত্রে আইসোটোপের ব্যবহার ব্যাপক।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

- (১) মৌলের ইংরেজি নাম থেকে তার প্রতীক লিখতে পারব।
- (২) মৌলিক ও স্থায়ী কণিকাপুঞ্জের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারব।
- (৩) পারমাণবিক সংখ্যা, ভরসংখ্যা, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৪) আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর হিসাব করতে পারব।
- (৫) পরমাণুর ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন হিসাব করতে পারব।
- (৬) আইসোটোপের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) পরমাণুর গঠন সম্পর্কে রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের বর্ণনা করতে পারব।
- (৮) রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মধ্যে কোনটি বেশি গ্রহণযোগ্য তার ব্যাখ্যা দিতে পারব।
- (৯) কক্ষপথে এবং কক্ষপথের বিভিন্ন উপস্তরে পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহকে বিন্যাস করতে পারব।

## ৩.১ মৌল

|            |               |             |
|------------|---------------|-------------|
| নাইট্রোজেন | ফসফরাস        | কার্বন      |
| অক্সিজেন   | হিলিয়াম      | ক্যালসিয়াম |
| আর্গন      | ম্যাগনেসিয়াম | সালফার      |

ছক ৩.১ : বিভিন্ন মৌলের নাম

উপরে কিছু মৌলের নাম দেওয়া হলো। এদের পরমাণুর প্রতীক ও পারমাণবিক সংখ্যা লেখ

| মৌলের নাম | প্রতীক | পারমাণবিক সংখ্যা |
|-----------|--------|------------------|
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |
|           |        |                  |

নিজে কর: মৌলসমূহের  
ইলেকট্রন বিন্যাস কর।

ছক ৩.২ : মৌলের নাম, প্রতীক ও পারমাণবিক সংখ্যা

ছক ৩.২ এ তোমার লেখা প্রতীকগুলো নিচের নিয়মাবলির সাথে মিলিয়ে নাও।

## ৩.২ মৌলের প্রতীক (Symbol of Elements)

রসায়নে প্রতিটি মৌলের পরমাণুকে একটি প্রতীকের (Symbol) সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। মৌলের প্রতীককে ইংরেজি বর্ণমালায় একটি বর্ণ বা দুটি বর্ণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণ (Capital Letter) অথবা ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণের (Capital Letter) এর সাথে দ্বিতীয় বা তৃতীয় বর্ণ বা অন্য কোনো বর্ণ (Small Letter)

এ লিখে মৌলের পরমাণুকে প্রকাশ করা হয়। দুটি বর্ণ দ্বারা মৌলের প্রতীক লেখা হলে মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণ এবং উচ্চারণের সময় পরবর্তী যে বর্ণটি বেশি উচ্চারিত হয় তাকে পাশাপাশি লিখে প্রতীক লেখা হয়।

কাঁজ : পর্যায় সারণি থেকে বিভিন্ন পদার্থ ব্যবহার করে মৌলের প্রতীকের তালিকা তৈরি করে শিক্ষককে দেখাও।

| প্রথম বর্ণের প্রতীক |        | প্রথম ও দ্বিতীয় বর্ণের প্রতীক |        | প্রথম ও তৃতীয় বর্ণের প্রতীক |        |
|---------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| ইংরেজি নাম          | প্রতীক | ইংরেজি নাম                     | প্রতীক | ইংরেজি নাম                   | প্রতীক |
| Hydrogen            | H      | Aluminium                      | Al     | Chlorine                     | Cl     |
| Boron               | B      | Cobalt                         | Co     | Zinc                         | Zn     |
| Carbon              | C      | Bromine                        | Br     | Chromium                     | Cr     |
| Oxygen              | O      | Nickel                         | Ni     | Manganese                    | Mn     |

ছক ৩.৩ : মৌলের ইংরেজি নাম থেকে নেওয়া বিভিন্ন প্রতীক

কোনো কোনো মৌলের পরমাণুর প্রতীক তার ইংরেজি নাম থেকে না গিখে মৌলের ল্যাটিন নাম থেকে লেখা হয়।

| মৌলের ইংরেজি নাম | মৌলের ল্যাটিন নাম | মৌলের প্রতীক |
|------------------|-------------------|--------------|
| Sodium           | Natrium           | Na           |
| Copper           | Cuprum            | Cu           |
| Potassium        | Kalium            | K            |
| Lead             | Plumbum           | Pb           |

ছক ৩.৪: মৌলের ল্যাটিন নাম থেকে নেওয়া কয়েকটি প্রতীক

### ৩.৩ পরমাণুর কণিকাসমূহ

পরমাণুতে প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রনসহ বিভিন্ন কণিকার রয়েছে। এই ৩টি পরমাণুর হারী কণিকা। স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা সমান থাকে। নিউট্রন সংখ্যা কখনো সমান আবার কখনো বেশি থাকে। তিনু তিনু মৌলের প্রতিটি পরমাণুই একই বৈশিষ্ট্যের অধিকারী। প্রোটন ও নিউট্রনের আপেক্ষিক ভর সমান, ইলেকট্রনের আপেক্ষিক ভর ১টি প্রোটন বা ১টি নিউট্রনের  $\frac{1}{1840}$  ভালের সমান। অর্থাৎ এত কম যে এর ভর নেই বললেই চলে। তবে প্রতিটি কণিকারই প্রকৃত ভর রয়েছে।

| কণিকা    | প্রতীক | আপেক্ষিক ভর      | আপেক্ষিক আধান | প্রকৃত ভর                     | প্রকৃত আধান                    |
|----------|--------|------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| প্রোটন   | p      | 1                | +1            | $1.67 \times 10^{-24}$ গ্রাম  | $1.60 \times 10^{-19}$ কুলম্ব  |
| নিউট্রন  | n      | 1                | 0             | $1.675 \times 10^{-24}$ গ্রাম | 0                              |
| ইলেকট্রন | e      | $\frac{1}{1840}$ | -1            | $9.11 \times 10^{-28}$ গ্রাম  | $-1.60 \times 10^{-19}$ কুলম্ব |

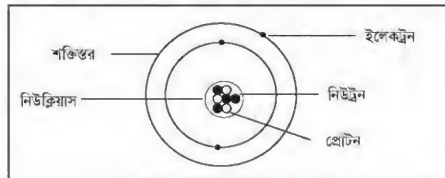
ছক ৩.৫: বিভিন্ন কণিকার ভর ও আধান

পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে নিউক্লিয়াস। নিউক্লিয়াসে অবস্থান করে প্রোটন ও নিউট্রন। এদের সমষ্টিতে নিউক্লিয়ন সংখ্যা বলে; যাকে ভরসংখ্যাও বলা হয়।

পরমাণুর প্রোটন সংখ্যাকে বলা হয় পারমাণবিক সংখ্যা বা একটি পরমাণুর নিজস্ব সত্তা বা তার পরিচয়।

লিথিয়াম পরমাণুর ইলেকট্রন/প্রোটন সংখ্যা ৩, নিউট্রন সংখ্যা ৪। নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট প্রোটন ও আধান নিরপেক্ষ নিউট্রন থাকে। নিউক্লিয়াসের বাইরে চারদিকে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনসমূহ নিজস্ব শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন কক্ষপথে অবস্থান নিয়ে ঘুরতে থাকে।

নিচে লিথিয়াম (Li) পরমাণুটির গঠনচিত্র দেওয়া হলো:



চিত্র ৩.১: লিথিয়াম পরমাণুর গঠন



### ৩.৫ আইসোটোপ

নিচের ছকে হাইড্রোজেনের তিন ধরনের পরমাণুর গঠন, প্রতীক, নিউট্রন সংখ্যা পৰ্বাণ্ড তার শতকরা পরিমাণ দেওয়া হলো:

| নাম                            | পরমাণু চিত্র  | প্রতীক                                       | নিউট্রন সংখ্যা | পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ  |
|--------------------------------|---|--|----------------|---|
| হাইড্রোজেন<br>বা<br>প্রোটিয়াম |  | ${}^1_1\text{H}$                             | 0              | 99.98   |
| ডিউটেরিয়াম                    |  | ${}^2_1\text{H}$<br>অথবা<br>${}^2_1\text{D}$ | 1              | 0.015   |
| ট্রিটিয়াম                     |  | ${}^3_1\text{H}$<br>অথবা<br>${}^3_1\text{T}$ | 2              | তেজস্ক্রিয় রাসায়নিক মাধ্যমে<br>উৎপন্ন হয় এবং প্রকৃতিতে খুব<br>সামান্য পরিমাণ পাওয়া যায় |

ছক ৩.৮ : হাইড্রোজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ

বলিও হাইড্রোজেনের ৭টি আইসোটোপ ( ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^3\text{H}$ ,  ${}^4\text{H}$ ,  ${}^5\text{H}$ ,  ${}^6\text{H}$ ,  ${}^7\text{H}$ ) আছে এদের মধ্যে তিনটি প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। অবশিষ্ট চারটি গবেষণাগারে সংশ্লেষণ করা হয়।

চিন্তা কর :

- ছকটিকে বিশ্লেষণ করে তুমি কী বুঝলে?
- প্রতিটি পরমাণুর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা কত? প্রতিটি পরমাণুর ভরসংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা কত?
- ভরসংখ্যা পরিবর্তনের কারণ কী?
- সবকিছু বিশ্লেষণ করে তুমি কী সিদ্ধান্ত নিতে পার?

বিভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট একই মৌলের পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে। যেমন, ক্লোরিনের দু'টি আইসোটোপ হলো  ${}^{35}\text{Cl}$  ও  ${}^{37}\text{Cl}$ । নিউট্রন সংখ্যার ভিন্নতার কারণে তা হয়। একই মৌলের পরমাণুর প্রোটন বা ইলেকট্রন সংখ্যা কখনো পরিবর্তন হয় না।

### ৩.৬ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

হাইড্রোজেনের তিন ধরনের আইসোটোপের শতকরা পৰ্বাণ্ড তার পরিমাণকে গড় করলে এর ভর পাওয়া যায় 1.008। একে আমরা বলতে পারি আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।

লক্ষ করলে দেখবে, অনেক পরমাণুর পারমাণবিক ভর পূর্ণ সংখ্যায় না থেকে দশমিক ভগ্নাংশে দেখা যায়। যেমন, ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5। ক্লোরিনের 2টি আইসোটোপ রয়েছে এক পৰ্বাণ্ড তার দিক থেকে  ${}^{35}\text{Cl}$  ও  ${}^{37}\text{Cl}$  – এর শতকরা পরিমাণ যথাক্রমে 75% ও 25%। কোনো মৌলের একাধিক আইসোটোপ প্রকৃতিতে থাকলে, তাদের নিজ নিজ শতকরা পরিমাণ ও ভরের গুণফলের সমষ্টিকে ১০০ ঘরা ভাগ করলে আপেক্ষিক পারমাণবিক ঠিক ভর পাওয়া যায়।

কীভাবে ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করা হয় তা নিচে দেখানো হলো:

|                       |  |                  |
|-----------------------|--|------------------|
| আইসোটোপ               | $^{35}\text{Cl}$                                     | $^{37}\text{Cl}$ |
| ভরসংখ্যা              | 35   | 37               |
| শতকরা পরিমাণ          | 75   | 25               |
| আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর | $\frac{(35 \times 75) + (37 \times 25)}{100} = 35.5$ |                  |

ছক ৩.৯ : ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

কোনো মৌলের একটি পরমাণুর ভর হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ভরের তুলনায় যতগুণ ভারি তাকে ঐ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বলে। যেমন, অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16।

মৌলের একটি পরমাণুর ভর  
মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর =  $\frac{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ভর}}$

বর্তমানে কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের  $\frac{1}{12}$  অংশকে পারমাণবিক ভরের প্রমাণ হিসেবে গ্রহণ করেছেন। আধুনিক সংজ্ঞানুসারে—

মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর =  $\frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$

**শিক্ষার্থীর কাজ :** এই সংজ্ঞা থেকে ব্যাখ্যা কর, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কোন একক থাকে না? কেন একে আপেক্ষিক ভর বলা হয়?

উল্লেখ্য, পর্যায় সারণিতে পরমাণুসমূহের যে পারমাণবিক ভর দেওয়া হয়েছে তা সবসময় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।

উপরের সূত্র ব্যবহার করে তোমরা পরমাণুহ' প্রোটন ও নিউট্রনের প্রকৃত ভরের (গ্রাম এককে) সমন্বিতকৈ কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের  $\frac{1}{12}$  অংশ দিয়ে ভাগ করলেই সেই পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করতে পার।  
উল্লেখ্য, কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের  $\frac{1}{12}$  অংশের ভর হলো  $1.66 \times 10^{-24}$  গ্রাম।

**কাজ :** ১. Al এর প্রোটন সংখ্যা 13, এর একটি পরমাণুর ভর যদি  $4.482 \times 10^{-23}$  গ্রাম হয় তবে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?  
২. Mg এর প্রোটন সংখ্যা 12 এবং এর নিউট্রন সংখ্যা 12। Mg এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় কর।

### ৩.৭ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর

আমরা জানি, অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16  
তাহলে অক্সিজেন অণুর ( $\text{O}_2$ ) আপেক্ষিক আণবিক ভর কত হবে?

একটি অক্সিজেন অণু অক্সিজেনের ২টি পরমাণু নিয়ে গঠিত।

( $\text{O}_2$ ) এর আপেক্ষিক আণবিক ভর হবে

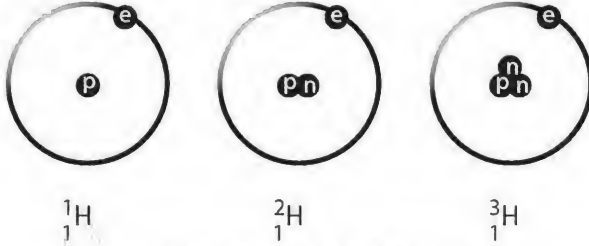
$16 \times 2 = 32$  [16 হলো অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর এবং 2 হলো অক্সিজেনের একটি অণুতে পরমাণুর সংখ্যা।]

একই ভাবে  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ইত্যাদির আপেক্ষিক আণবিক ভর নির্ণয় করা।  
এটি খেঁজির কাজ হিসেবে নিজ নিজ খাতায় কর।

**চিন্তা কর :** কীভাবে উপরের ধারণা ব্যবহার করে একটি পরমাণুর ভর ও একটি অণুর ভর নির্ণয় করতে পার। উভয় ক্ষেত্রে গ্রাম এককে ভর পাওয়া যাবে।



### ৩.৮ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও তাদের ব্যবহার



চিত্র ৩.২: হাইড্রোজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ

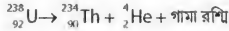
আমরা পূর্বেই উপরোক্ত তিনটি আইসোটোপের কথা জেনেছি। প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এমন ধরনের বহু আইসোটোপ আছে যেমন :

$^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{130}\text{Te}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{138}\text{La}$ ,  $^{147}\text{Sm}$ ,  $^{148}\text{Sm}$ ,  $^{176}\text{Lu}$ ,  $^{187}\text{Re}$ ,  $^{186}\text{Os}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,

$^{235}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$  এবং  $^{234}\text{U}$  থেকে  $^{238}\text{U}$  পর্যন্ত ইত্যাদি।

এছাড়াও বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্য কৃত্রিম উপায়ে বহু আইসোটোপ তৈরি করা হয়।

প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম উপায়ে তৈরি আইসোটোপের সংখ্যা 1300 ছাড়িয়েছে। এদের মধ্যে কিছু স্থিতি এবং বেশির ভাগ অস্থিতি। অস্থিতি আইসোটোপগুলো বিভিন্ন ধরনের রশ্মি যেমন— ( $\alpha$ -আলফা,  $\beta$ -বিটা,  $\gamma$ -গামা) বিকিরণ করে একই মৌলের অন্য আইসোটোপে অথবা অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। মৌলের পরমাণুর এই ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। এ ধরনের আইসোটোপগুলোকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে। প্রকৃতপক্ষে এ সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসে পরিবর্তন ঘটে। নিউক্লিয়াসে পরিবর্তন ঘটে বলে এ প্রক্রিয়াকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। পরমাণু থেকে নির্গত রশ্মিসমূহ অধিক গতিসম্পন্ন। গামা ( $\gamma$ ) রশ্মি জীবন্ত কোষের ক্ষতি সাধন করে। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমে এসব তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরি করা হয়।



#### তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার

১. চিকিৎসাক্ষেত্রে : এ ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের দু' ধরনের ব্যবহার রয়েছে:

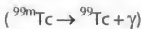
(ক) কোনো রোগ বা রোগাক্রান্ত হ'ল নির্ণয়

(খ) রোগ নিরাময়

(i) দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায়, কেন ব্যথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য  $\text{Tc-99m}$  বা  $^{99m}\text{Tc}$  (Isotope of Technetium) ইন্জেকশন দিলে বেশ কিছু সময় পরে পর্দায় দেখা যায় হাড়ের কোথায় কী ধরনের সমস্যা আছে।

$^{99m}\text{Tc}$  থেকে গামা রশ্মি নির্গত হয়। ভ্রম সংখ্যার পরে 'm' দ্বারা আইসোটোপের মেটাষ্টেবল (metastable)

অবস্থা প্রকাশ করে।  $^{99m}\text{Tc}$  থেকে গামা রশ্মি নির্গত হওয়ার পর  $^{99}\text{Tc}$  তরবিশিষ্ট আইসোটোপে উৎপন্ন হয়।



$^{153}\text{Sm}$  অথবা  $^{89}\text{Sr}$  ব্যবহার করে হাড়ের ব্যথার চিকিৎসা করা হয়।

- (ii) টিউমারের উপস্থিতি নির্ণয় ও তা নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। নিরাময়ের জন্য  $^{60}\text{Co}$  থেকে নির্গত গামা রশ্মি নিক্ষেপ করে ক্যান্সার কোষগুলোকে ধ্বংস করা হয়।
- (iii)  $^{131}\text{I}$ , থাইরয়েড গ্রন্থি র কোষ-কণা বৃদ্ধি প্রতিহত করে।
- (iv) রক্তের শিউকোমিয়া রোগের চিকিৎসায়  $^{32}\text{P}$  এর ফসফেট ব্যবহৃত হয়।
- (v)  $^{238}\text{Pu}$  হার্টে পেরিস্টোলিক বসাতে ব্যবহার করা হয়।

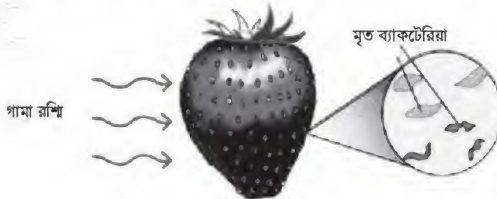
আরও বিভিন্ন ধরনের ক্যান্সার নিরাময়ে  $^{131}\text{Cs}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{103}\text{Pd}$ ,  $^{106}\text{Ru}$  ব্যবহৃত হয়।

২. কৃষিক্ষেত্রে : তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে কৃষিক্ষেত্রে নতুন নতুন উন্নত মানের বীজ উদ্ভাবন করা হচ্ছে এবং এর মাধ্যমে ফলনের মানের উন্নতি ও পরিমাণ বাড়ানো হচ্ছে। তেজস্ক্রিয়  $^{32}\text{P}$  মুক্ত ফসফেট প্রবণ উদ্ভিদের মূলধারায় সূচিত করা হয়। গাইগার কাউন্টারের মাধ্যমে পুরো উদ্ভিদে এর চলাচল চিহ্নিত করে কী কৌশলে (mechanism) ফসফরাস ব্যবহার করে উদ্ভিদ বেড়ে উঠে তা বিজ্ঞানীরা জানতে পারেন।



গাইগার কাউন্টার : এটি একটি বক্স, যার সাহায্যে তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে বিকিরিত রশ্মি বা কণা শনাক্ত করা হয়।

৩. খাদ্য সংরক্ষণ : সকল প্রকার শাক-সবজি, ফল সঠিক সংরক্ষণের অভাবে বা রান্নাখরিসা সঠিক না হলে বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়ার জন্ম হয় যা আমাদের শরীরের জন্য ক্ষতিকর। ক্ষেত্রবিশেষে মূহুর্য কারণ পর্বত হতে পারে। সাধারণত  $^{60}\text{Co}$  থেকে যে গামা রশ্মি নির্গত হয় তা এসব ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়াকে মেরে ফেলে। পোলান্ডি ফর্মের এ রশ্মি ব্যবহার করা হয় যখন কোনো ব্যাকটেরিয়াজনিত রোগের উদ্ভব ঘটে। একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় তেজস্ক্রিয় রশ্মি প্রয়োগ করে খাদ্য সংরক্ষণ করা হয়। অতিরিক্ত তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করা স্বাভাবিকের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। খাদ্যদ্রব্যে তেজস্ক্রিয় রশ্মি অবশ্যই পরিমিত মাত্রায় সংরক্ষিত হ'লে প্রয়োগ করতে হবে। পরিমিত মাত্রায় এ তেজস্ক্রিয় রশ্মি (গামা রশ্মি) সূর্যের আলোর ন্যায় নিরাপদ।



চিত্র ৩.৪ : তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ

৪. বিদ্যুৎ উৎপাদনে: আইসোটোপসমূহ ক্ষয়ের সময় বা নিউক্লিয় বিক্রিয়ার সময় প্রচুর পরিমাণে তাপ উৎপন্ন করে। এই তাপশক্তিকে বিভিন্ন ভিতাইস ব্যবহার করে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে পারমাণবিক চুল্লিতে নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রচুর পরিমাণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়।

এছাড়াও কীটপতঙ্গ নিয়ন্ত্রণ, শিল্পক্ষেত্রে, খাতব পাতের পুরনু পরিমাপে, বন্যপাশ্রে তারসের উচ্চতা পরিমাপে, পাইপ লাইনে ছিদ্র অন্বেষণে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। ফসিল মমিসহ পৃথিবীর যাবতীয় বস্তু র বয়স, এমনকি পৃথিবীর বয়স নির্ধারণে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ( $^{14}\text{C}$ ) ব্যবহার করা যায়।

### তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহারের প্রভাব :

তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এই পদার্থসমূহের কোনোটির সময়-কাল (life time) কম, কোনোটির বেশি। তেজস্ক্রিয় যন্ত্রা ক্যান্সার হওয়ার বিশেষ একটি কারণ। সঠিক মাত্রায় এটি ব্যবহার করা মানুষের জন্য কল্যাণকর।

ক্যান্সার নিরাময়ে কেমোথেরাপি দেওয়া হয়। এ কেমোথেরাপিতে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ব্যবহার হয়। কেমোথেরাপির ফলে মধ্যর চুল পড়ে যায়, বমি বমি ভাব হয়। এ থেরাপি অনেক সময় আমাদের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যাকটেরিয়াকেও মেরে ফেলে।

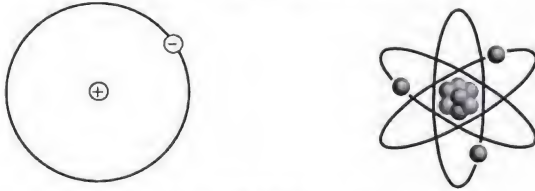
নিউক্লিয় বিক্রিয়া হতে প্রাপ্ত নিউক্লিয় শক্তি যেমন ধ্বংসাত্মক কাজে ব্যবহার হয় তেমনি বিদ্যুৎ উৎপাদনেও ব্যবহৃত হয়। হিরোসিমা ও নাগাসাকিতে নিষ্কণ্ট্র এটম বোমাসহ সব ধরনের পারমাণবিক বোমার শক্তির উৎস নিউক্লিয় বিক্রিয়া। কিন্তু বর্তমানে নিউক্লিয় শক্তি ব্যবহার করে বিধে প্রচুর পরিমাণ বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

### ৩.৯ পরমাণুর মডেল

#### ৩.৯ (ক) রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল: সৌর মডেল

1911 খ্রিষ্টাব্দে আলফা কণা (হিসিয়াম নিউক্লিয়াস) বিচ্ছুরণ পরীক্ষার সিদ্ধান্তের উপর ভিত্তি করে রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। তা নিম্নরূপ:

- (১) পরমাণুর কেন্দ্রে লে একটি ধনাত্মক আধানশীল ভারী বস্তু বিদ্যমান। এই ভারী বস্তু কে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক আধান ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত থাকে।
- (২) পরমাণু বিদ্যুৎনিরপেক্ষ। অতএব নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানবস্তু কণা সংখ্যার সমান সংখ্যক ঋণাত্মক আধানবস্তু ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টন করে রাখে।
- (৩) সৌরজগতের সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে অবিরাম ঘুরে। ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পরিক হিঁ র বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র-বহির্মুখী বল পরস্পর সমান।



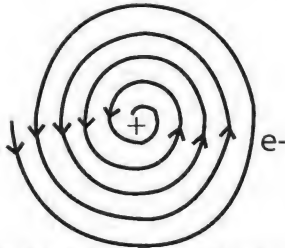
চিত্র ৩.৫: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

দক্ষতাভাবে কাজ কর : রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের প্রতিটি ধ্রুৱা বনা ডালোডাবে বিল্লেখণ কর এবং এর মধ্যে কী কী সীমাবদ্ধতা পেলে তা লিখ।

দক্ষতাবে পাওয়া সীমাবদ্ধতালুগের সাথে নিচের সীমাবদ্ধতালুগো মিলিয়ে দেখ:

সীমাবদ্ধতাসমূহ হলো :

১. সৌরমডলের ধ্রুৱসমূহ সাময়িকভাবে আধানবিহীন অথচ ইলেকট্রনসমূহ ঞ্ণাত্মক আধানযুক্ত।
২. ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে কোনো আধানযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং তার আবর্তনচক্রও ধীরে ধীরে ছোট হতে থাকবে। সুতরাং ইলেকট্রনসমূহ ক্রমাগত শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অহায়াী অবস্থা প্রাপ্ত হবে। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে প্রবেশ কখনই ঘটে না।
৩. পরমাণুর বর্ণালি গঠনের কোনো সূত্র ব্যাখ্যা এ মডেল দিতে পারে না।
৪. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা রাদারফোর্ডের মডেলে দেওয়া হয়নি।
৫. একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনলুগো নিউক্লিয়াসকে কীভাবে পরিক্রমণ করে তার কোনো উল্লেখ এ মডেলে নেই।



চিত্র ৩.৬: আবর্তনশীল ইলেকট্রন এর সম্ভাব্য ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ ও নিউক্লিয়াসে পতন

### ৩.৯ (খ) বোর পরমাণু মডেল

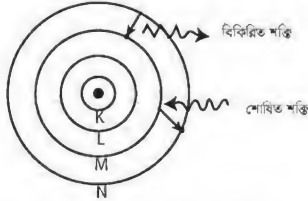
পরমাণুর গঠন এবং একই সাথে পরমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যার জন্য নীলস বোর (Niels Bohr)

1913 সালে তাঁর বিখ্যাত পরমাণু মডেল প্রকাশ করেন। এ মডেলের স্বীকার্যসমূহ হলো:

১. নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।
২. নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ আছে যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে। এগুলোকে শক্তির বা অরবিট বলা হয়। শক্তির রাসমূহকে ক্রমিত সংখ্যা  $n$  -এর মান অনুসারে  $K, L, M, N$  দ্বারা প্রকাশ

করা হয়। প্রথম শক্তিস্তরকে ( $n = 1$ ), K শক্তিস্তর এবং ২য় শক্তিস্তরকে ( $n = 2$ ) L শক্তিস্তর বলা হয়। এভাবে  $n = 1$ -এর মান 3, 4, 5 ইত্যাদি পূর্ণসংখ্যা মানে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং শক্তিস্তর সমূহকে যথাক্রমে M, N, O দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তর রে অবস্থানকালে ইলেকট্রনসমূহ শক্তি শোষণ অথবা বিকিরণ করে না।

৩. যখন কোনো ইলেকট্রন একটি নিম্নতর কক্ষপথ বা শক্তিস্তর যেমন  $n = 1$  থেকে উচ্চতর কক্ষপথ  $n = 2$  তে হ্রাসিত হয় তখন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার যখন কোনো উচ্চতর শক্তিস্তর যেমন  $n = 2$  থেকে নিম্নতর কক্ষপথ  $n = 1$ -এ হ্রাসিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে।



বিকিরিত ও শোষিত শক্তিকে বর্ণালি হিসেবে পাওয়া যায়। বর্ণালি হলো, বিভিন্ন বর্ণের আলোর সমাবেশ। বৃষ্টির পর আকাশে সূর্যের বিপরীত পাশে বর্ণালি দেখা যায়। এই বর্ণালি ও পরমাণু থেকে প্রাপ্ত বর্ণালি দেখতে একই রকম।

চিত্র ৩.৭: বোরের পরমাণু মডেল ও রেখা-বর্ণালির উৎস

### বোর পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা:

বোর পরমাণু মডেলের যেমন অনেক সফলতা রয়েছে তেমনি এর কিছু সীমাবদ্ধতাও আছে। যেমন,

১. বোর পরমাণু মডেল এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারলেও একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে না।
২. এক শক্তিস্তর হতে অপর শক্তিস্তর ইলেকট্রনের হ্রাসিত ঘটলে, বোর পরমাণু মডেল অনুসারে বর্ণালিতে একটি করে রেখা সৃষ্টি হওয়ার কথা। কিন্তু হাইড্রোজেন ও অন্যান্য পরমাণুসমূহের আয়নের রেখা-বর্ণালি অধিকতর সূক্ষ্ম বন্ধ দ্বারা পরীক্ষণ করাতে দেখা যায়, প্রতিটি রেখা কয়েকটি সূক্ষ্ম রেখায় বিভক্ত থাকে।

### ৩.১০ শক্তিস্তর রে ইলেকট্রন বিন্যাস

বোরের পরমাণু মডেল থেকে আমরা জেনেছি যে, পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন শক্তিস্তর রে অবস্থান করে। নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে কাছের শক্তিস্তরকে ১ম অর্থাৎ  $n = 1$  বা K শেল, ২য় শক্তিস্তরকে  $n = 2$  বা L শেল  $n = 3$  বা M শেল ইত্যাদি নামে অভিযুক্ত করা হয়।

প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তর সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা  $2n^2$  যেখানে  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$  ইত্যাদি।  $2n^2$  সূত্রানুসারে –

K শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা  $2 \times 1^2 = 2$  টি

L শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা  $2 \times 2^2 = 8$  টি

M শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা  $2 \times 3^2 = 18$  টি

N শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা  $2 \times 4^2 = 32$  টি ইত্যাদি।

ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় নিম্ন শক্তির ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তির ইলেকট্রন প্রবেশ করে। ১ থেকে ১৮ পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলসমূহ অর্থাৎ হাইড্রোজেন থেকে অর্গন পর্যন্ত এই নিয়ম মেনে চলে। এই মৌলসমূহের ইলেকট্রনকে বিভিন্ন শক্তির ধারণক্ষমতা অনুসারে সাজানো যায়।

বিভিন্ন পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলের বিভিন্ন শক্তির ইলেকট্রনের বণ্টন:

| পারমাণবিক<br>সংখ্যা | মৌল | K | L | M |
|---------------------|-----|---|---|---|
| 1                   | H   | 1 |   |   |
| 2                   | He  | 2 |   |   |
| 6                   | C   | 2 | 4 |   |
| 9                   | F   | 2 | 7 |   |
| 15                  | P   | 2 | 8 | 5 |
| 18                  | Ar  | 2 | 8 | 8 |

নিজে কর : ১ থেকে ১৮  
পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট  
মৌলসমূহের চিত্রসহ ইলেকট্রন  
বিন্যাস কর (ছকেরগুলো বাদ  
দিয়ে)।

ছক ৩.১০: বিভিন্ন মৌলের কক্ষপথে বা শক্তির ইলেকট্রন বিন্যাস

পারমাণবিক সংখ্যা ১৭ অথবা তার অধিক পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় তৃতীয় শক্তির পূর্ণ না হয়ে চতুর্থ শক্তির ইলেকট্রন প্রবেশ করে। শক্তির ইলেকট্রন বিন্যাসের ধারণা দিয়ে এর ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব নয়। প্রতিটি শক্তির আবাস কতগুলো উপস্তর থাকে। উপস্তর রে ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে এর ব্যাখ্যা দেয়া যায়।

পটাশিয়ামের (K) পারমাণবিক সংখ্যা ১৭ ও ক্যালসিয়ামের (Ca) ২০। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ –

| পারমাণবিক<br>সংখ্যা | মৌল | অরবিট বা প্রধান শক্তিস্তর |   |   |   | বিন্যাসের চিত্র |
|---------------------|-----|---------------------------|---|---|---|-----------------|
|                     |     | K                         | L | M | N |                 |
| 19                  | K   | 2                         | 8 | 8 | 1 |                 |
| 20                  | Ca  | 2                         | 8 | 8 | 2 |                 |

ছক ৩.১১: পরমাণুর শক্তির ইলেকট্রন বিন্যাস

$2n^2$  সূত্রানুযায়ী পটাশিয়ামের M শেলে ৭ টি এবং ক্যালসিয়ামের ১০টি ইলেকট্রন থাকার কথা ছিল। কেন থাকল না? এর উত্তরে আমরা বলতে পারি, প্রতিটি প্রধান শক্তির (orbit) আবাস এক বা একাধিক উপশক্তির (orbital) নিয়ে

গঠিত। এ উপত্য রপ্তালোকে s, p, d, f ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়। s উপত্য রের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা 2, p উপত্য রের 6, d উপত্য রের 10 এবং f উপত্য রের 14। ইলেকট্রনসমূহের সাধারণ ধর্ম হচ্ছে এরা প্রথমে নিম্ন শক্তিসম্পন্ন উপত্য র (orbital) পূর্ণ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন উপত্য রে গমন করে।

K বা ১ম শেলের উপত্য র সংখ্যা 1টি থাকে 1s করা হয় 1 দিয়ে ১ম কক্ষপথের প্রধান শক্তির রকে বোঝান হয়।

L বা ২য় শেলের উপত্য র সংখ্যা 2টি: 2s, 2p

M বা ৩য় শেলের উপত্য র সংখ্যা 3টি: 3s, 3p, 3d

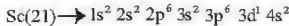
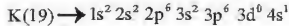
N বা ৪র্থ শেলের উপত্য র সংখ্যা 4টি: 4s, 4p, 4d, 4f

পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে (উপশক্তির রে) তাদের শক্তির উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। হি-তিশীলতা অর্জনের জন্য প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন গমন করে এবং অরবিটাল পূর্ণ করে; এর পর ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হয়। অরবিটালসমূহের শক্তিক্রম নিম্নরূপ:

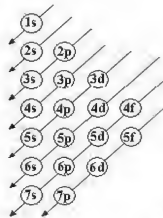
$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s$$

চতুর্থ শক্তির রেের কোনো একটি উপত্য রের (4s) শক্তি তৃতীয় শক্তির রেের একটি উপত্য রের (3d) তুলনায় কম। ফলে তৃতীয় শক্তির রে পূর্ণ না হয়ে চতুর্থ শক্তির রে ইলেকট্রন প্রবেশ করে।

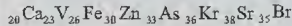
এই নীতি অনুসরণ করে আমরা K (19) এবং Sc (21) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাতে পারি



যেহেতু 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাসিয়ামের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে স্থান নিয়েছে। আবার স্ক্যান্ডিয়ামের বোলায় 4s অরবিটাল পূর্ণ করে পরবর্তী উচ্চ শক্তিসম্পন্ন 3d অরবিটালে সর্বশেষ বা 21তম ইলেকট্রনটি প্রবেশ করেছে। উপত্য রসমূহের শক্তির ক্রম মনে রাখার জন্য নিচের ছকটির সাহায্য নিতে পার।

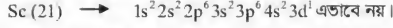
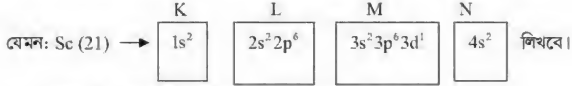


নির্দেখ কর: চিত্রের সাহায্য নিয়ে নিম্নোক্ত যৌগগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস কর—



চিত্র ৩.১৮: অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম

বিশেষ করে মনে রাখবে যখন ইলেকট্রন বিন্যাস লিখবে তখন একই প্রধান শক্তির রেের সকল উপত্য রকে পাশাপাশি লিখবে



তা না হলে ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র আঁকর সময় তুল হওয়ার সম্ভাবনা থেকে যাবে।

ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মের কিছু ব্যতিক্রম: সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর স্থিতি অর্জন করে। অর্থাৎ np<sup>3</sup>, np<sup>6</sup>, nd<sup>5</sup>, nd<sup>10</sup>, nf<sup>7</sup>, এবং nf<sup>14</sup> অধিকতর স্থিতি হয়। এর ফলেই d<sup>10</sup>s<sup>1</sup> এবং d<sup>5</sup>s<sup>1</sup> ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থিতি হয়।

এই নিয়ম অনুসরণ করে ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস:



[নির্ভে কর : কপার (29) বা <sup>29</sup>Cu-এর ইলেকট্রন বিন্যাস]

### অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. নিচের কোন আইসোটোপটি চিকিৎসা ও কৃষি উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়?

ক. <sup>131</sup>I

খ. <sup>125</sup>I

গ. <sup>32</sup>P

ঘ. <sup>153</sup>Sm

২. Z একটি মৌল যার প্রোটন সংখ্যা 111 এবং নিউট্রন সংখ্যা 141। কোনটি দ্বারা পরমাণুটিকে প্রকাশ করা

যায়?

ক. <sup>111</sup>Z

খ. <sup>141</sup>Z

গ. <sup>252</sup>Z

ঘ. <sup>141</sup>Z

৩. 'X' মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?

| আইসোটোপ          | পর্যায়তার শতকরা পরিমাণ |
|------------------|-------------------------|
| <sup>146</sup> X | 25                      |
| <sup>154</sup> X | 75                      |

[এখানে X প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

ক. 148

খ. 150

গ. 152

ঘ. 153





## চতুর্থ অধ্যায় পর্যায় সারণি

পর্যায় সারণি হলো ছকের মাধ্যমে প্রকাশিত রাসায়নিক মৌলসমূহের ধর্মের একটি ধারণাচিত্র। 2012 সাল পর্যন্ত সর্বমোট 118টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। প্রত্যেক মৌলের এসব ধারণা জ্ঞানাদা আলাদাভাবে আয়ত্ত করা অসম্ভব। পর্যায় সারণিতে স্বল্প পরিসরে মৌলসমূহকে তাদের ধর্মের ভিত্তিতে ভাগ করা হয়েছে। পর্যায় সারণি দেখেই আমরা কোনো একটি মৌলের রাসায়নিক আচরণ সম্পর্কে ধারণা করতে পারি। এ অধ্যায়ে পর্যায় সারণির সৃষ্টি থেকে শুরু করে ব্যস্ত বে এর ব্যবহার ও উপকারিতার আলোচনা করা হয়েছে।

|   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13  | 14 | 15  | 16 | 17  | 18  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| 1 | H  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |     | He  |
| 2 | Li | Be |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B   | C  | N   | O  | F   | Ne  |
| 3 | Na | Mg |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Al  | Si | P   | S  | Cl  | Ar  |
| 4 | K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga  | Ge | As  | Se | Br  | Kr  |
| 5 | Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In  | Sn | Sb  | Te | I   | Xe  |
| 6 | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl  | Pb | Bi  | Po | At  | Rn  |
| 7 | Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Uut | Fl | Uup | Lv | Uus | Uuo |

### এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

- (১) পর্যায় সারণি বিকাশের পটভূমি বর্ণনা করতে পারব।
- (২) মৌলের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাসের সাথে পর্যায় সারণির প্রধান ধূপগুলোর সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব (প্রথম 30টি মৌল)।
- (৩) একটি মৌলের পর্যায় শনাক্ত করতে পারব।
- (৪) পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান জানে এর ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে ধারণা করতে পারব।
- (৫) মৌলসমূহের বিশেষ নামকরণের কারণ বলতে পারব।
- (৬) পর্যায় সারণির গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল ঘারা গঠিত যৌগের একই ধরনের ধর্ম হাতে-কলমে কাজের মাধ্যমে প্রদর্শন করতে পারব।
- (৮) পরীক্ষণের সময় কাজের যন্ত্রপাতির সঠিক ব্যবহার করতে পারব।
- (৯) পরীক্ষণ কাজে সতর্কতা অবলম্বন করব।
- (১০) পর্যায় সারণি অনুসরণ করে মৌলসমূহের ধর্ম অনুমানে অজ্ঞাত প্রদর্শন করব।

### ৪.১ পর্যায় সারণির পটভূমি

পর্যায় সারণি হলো— শতাব্দী ধরে সংগৃহীত বিভিন্ন রাসায়নিক ধারণার এক অবিস্মরণীয় প্রতিকলন। মানুষ প্রাচীনকাল থেকে বিকশিত ভাবে পদার্থ ও তাদের ধর্ম সম্পর্কে যে সকল ধারণা অর্জন করেছিল তার একটি সম্মিলিত রূপ দেওয়ার প্রচেষ্টা বিজ্ঞানীদের ছিল আগে থেকেই। যা পরবর্তীতে মৌলসমূহের ধর্মভিত্তিক শ্রেণিতে ভাগ করতে সহায়তা করেছে তথা আধুনিক পর্যায় সারণি উপহার দিয়েছে। জ্যাভরসিয়ে (Antoine Lavoisier) সর্বপ্রথম 1789 সালে ভৌত অবস্থার উপর ভিত্তি করে মৌলসমূহকে তিন শ্রেণিতে বিভক্ত করেন। পরবর্তীতে 1864 সালে ইংরেজ বিজ্ঞানী জন নিউল্যান্ড (John A. R. Newlands) মৌলকে তাদের ভর অনুযায়ী সাজিয়ে প্রথম অষ্টম মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে মিল দেখতে পান। 1869 সালে রুশ বিজ্ঞানী মেন্ডেলিফ (Dmitri I. Mendeleev) এবং জার্মান বিজ্ঞানী লুথার মেয়ার (J. Lothar Meyer) পৃথক পৃথকভাবে একই ধর্মবিশিষ্ট বিভিন্ন মৌলকে সমশ্রেণীভুক্ত করার প্রয়াসে মৌলসমূহের একটি তালিকা প্রকাশ করেন। যা রসায়নে ‘পর্যায় সারণি’ (periodic table) নামে খ্যাত।

2012 সাল পর্যন্ত সর্বমোট 118 টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। আন্তর্জাতিক রসায়ন ও কলিত রসায়ন সংস্থা (International Union of Pure and Applied Chemistry), সর্বলোকে স্বীকৃতি দিয়েছে। এখানে জেনে রাখা ভালো যে, সংস্থাটিকে সংক্ষেপে IUPAC বলা হয়। সংস্থাটি আন্তর্জাতিকভাবে রসায়ন ও কলিত রসায়নের বিভিন্ন বিষয়াদি যেমন— বিভিন্ন নিয়মকানুন, ক্রমবর্ধমান পরিবর্তনের বা সৃষ্টির কোশট গৃহণীয় আর কোশট বর্জনীয় তার পেছাড়া ইত্যাদির শিরস্ত ৭ করে থাকে। যাহোক, সর্বশেষ স্বীকৃত 118 টি মৌলের মধ্যে 118 টির নামকরণ করা হয়েছে। এদের মধ্যে 98 টি মৌল প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বাকি মৌলগুলো উন্নতমানের পরীক্ষাগারে তৈরি করা সূচন। 98 টি মৌলের মধ্যে 84 টি মৌলকে প্রাথমিক মৌল বলা হয় এবং বাকি 14 টি মৌল তেজস্ক্রিয় রাসায়নিক মধ্যমে উৎপন্ন হয়। মজার ব্যাপার হলো, জ্যাভরসিয়ে মাত্র 33টি মৌলের একটি ছক তৈরি করেছিলেন। পরবর্তীতে রুশ বিজ্ঞানী মেন্ডেলিফ 67 টি মৌল নিয়ে আধুনিক পর্যায় সারণি প্রবর্তন করেন, যার মধ্যে 63 টি মৌল অবিস্কৃত হয়েছিল এবং বাকি 4টি মৌল তখনও অবিস্কৃত হয়নি। কিন্তু পরবর্তীতে মৌল চারটি অবিস্কৃত হয়েছে। আরপর 1900 সালের মধ্যেই পর্যায় সারণিতে আরও 30টি মৌল যুক্ত হয়।

পর্যায় সারণি

| 1                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1A                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |
| 1                 | H  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | He |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2                 | Li | Be |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3                 | Na | Mg | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |    |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4                 | K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |    |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5                 | Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |    |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6                 | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |    |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7                 | Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Ts | Og |    |    |
|                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Lanthanide series |    |    | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |    |    |    |    |
| Actinide series   |    |    | Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |    |    |    |    |

চিত্র ৪.১ : আধুনিক পর্যায় সারণি

## ৪.২ পর্যায় সারণির বৈশিষ্ট্য

ভৌত দিক বিবেচনায় পর্যায় সারণি হলো, রাসায়নিক মৌলসমূহের ছকে সন্নিবেশ মাত্র। প্রকৃতপক্ষে, পর্যায় সারণি মৌলসমূহের ধর্মের ধারণাচিত্র। পর্যায় সারণি আবিষ্কারের পর থেকে বিভিন্ন সময়ে এর পরিবর্তন ও পরিমার্জন করা হয়েছে। সর্বশেষ পর্যায় সারণির যে সংস্করণটি IUPAC কর্তৃক গৃহীত হয়েছে তা চিত্র-৪.১ -এ দেখানো হলো। এটাকে আধুনিক পর্যায় সারণি বলা হয়। আধুনিক পর্যায় সারণির উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ :

- পর্যায় সারণিতে ৭ টি পর্যায় বা আনুভূমিক সারি (row) ও ১৮ টি ধুপ বা ঝাড়ো ভ্রম (column) রয়েছে।
- প্রতিটি পর্যায় বাম দিক থেকে ধুপ-১ হিসেবে শুরু করে ধুপ-১৮ পর্যন্ত বিস্তৃত।
- মূল পর্যায় সারণির নিচে ২ টি আনুভূমিক সারি এক ১৪টি ঝাড়ো ভ্রম বিস্তৃত একটি ছোট ছক প্রদর্শিত হয়েছে। এটিও মূল পর্যায় সারণির পর্যায়-৬ ও পর্যায়-৭ -এর অংশবিশেষ।
- পর্যায়-১ -এ শুধু দুটি মৌল রয়েছে, বারো ধুপ-১ ও ধুপ-১৮ তে অবস্থিত। একইভাবে পর্যায়-২ ও পর্যায়-৩ এ আটটি করে মৌল আছে বারো ধুপ-১ থেকে ধুপ-২ এবং ধুপ-১৩ থেকে ধুপ-১৮ -এর মধ্যে অবস্থিত।
- পর্যায়-৪ থেকে পর্যায়-৭ পর্যন্ত সবগুলো পর্যায়ের প্রতিটি ধুপই মৌল ঘরা পূর্ণ।
- পর্যায়-৪ ও পর্যায়-৫ এই পর্যায় দুটির ক্ষেত্রে ১৪টি ধুপে ১৪টি মৌল রয়েছে। অর্থাৎ প্রত্যেক ধুপে একটি করে মৌল স্থান দখল করে নিয়েছে।
- পর্যায়-৬ ও পর্যায়-৭ -এর ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম লক্ষণীয়। তাদের প্রত্যেকের ক্ষেত্রে ১৮ টি ধুপে ৩২টি করে মৌল রয়েছে। এদের ক্ষেত্রে শুধু ধুপ-৩ ভেই ১৫ টি মৌলের অবস্থান। বাকি ১৭ টি ধুপে একটি করে মৌল অবস্থান করে। এভাবে সর্বমোট ৩২ টি মৌল সন্নিবেশিত হয়েছে।

চল এবার নিচের কাজটি সম্পন্ন করি। ছক ৪.১-এ বিভিন্ন পর্যায়ের সন্নিবেশিত মৌলের সংখ্যা উল্লেখ কর। বিভিন্ন ধুপে মৌলের অবস্থান বুঝাবার জন্য ছকে প্রদত্ত আয়তাকার ফাঁকা ঘরগুলো থেকে শুধু প্রয়োজনীয় ঘরগুলো পেন্সিল দিয়ে ভরাট কর। যদি প্রদত্ত আয়তাকার ঘরগুলো প্রত্যেক পর্যায়ের অবস্থিত সব মৌলকে প্রদর্শনের জন্য পর্যাপ্ত না হয়, তাহলে ছকের নিচে প্রদত্ত বড় আয়তক্ষেত্রটিতে প্রয়োজনমত ঘর ঐক্রে ভরাট কর। কাজটি সম্পন্ন হলে প্রাপ্ত ছকটি প্রদত্ত পর্যায় সারণি চিত্র ৪.১) এর সাথে তুলনা কর।

| পর্যায় | মোট<br>মৌলের<br>সংখ্যা | ধুপ     |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
|---------|------------------------|---------|----------|-----------|----------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|---------|
|         |                        | 1<br>IA | 2<br>IIA | 3<br>IIIB | 4<br>IVB | 5<br>VB | 6<br>VIB | 7<br>VIIB | 8<br>VIII | 9<br>VIII | 10<br>VIII | 11<br>IB | 12<br>IIB | 13<br>IIIA | 14<br>IVA | 15<br>VA | 16<br>VIA | 17<br>VIIA | 18<br>0 |
| 1       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 2       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 3       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 4       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 5       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 6       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |
| 7       |                        |         |          |           |          |         |          |           |           |           |            |          |           |            |           |          |           |            |         |

ছক ৪.১: পর্যায় সারণির বিভিন্ন মৌল

উপরিদ্বিধিত বৈশিষ্ট্যগুলো পর্যায় সারণির বাহ্যিক দিক লক্ষ্য করলে দেখতে পাই। এবার মৌলসমূহের ধর্মের তিস্তিতে পর্যায় সারণিকে বিবেচনা করি।

- একই পর্যায়ে বামদিক থেকে ডানদিকে মৌলসমূহের ধর্ম পরিবর্তিত হয়।
- সাধারণভাবে মৌলসমূহের ধর্ম তাদের ধ্রুপের উপর নির্ভরশীল। একই ধ্রুপের সকল মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম প্রায় একই রকম।
- সাধারণভাবে কোনো মৌলের সর্বশেষ স্তর এর ইলেকট্রন সংখ্যা তার ধ্রুপ সংখ্যার সমান।
- কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের জন্য প্রয়োজনীয় সর্বমোট কক্ষপথ সংখ্যা তার পর্যায় সংখ্যার সমান।

### ৪.৩ বিভিন্ন পর্যায় সূত্র

প্রথমদিকে আবিষ্কৃত মৌলসমূহকে বিজ্ঞানীরা ধাতু ও অধাতু এই দুই শ্রেণিতে বিভক্ত করেন। ধাতুসমূহকে আবার তুলনামূলকভাবে কম সক্রিয় ধাতু [সোনা, রূপা; যাদেরকে অজিত্যাত ধাতু (noble metals) বলে] এবং অধিক সক্রিয় ধাতু [লোহা, দস্তা; যাদেরকে নিকৃষ্ট ধাতু (inferior metals) বলে] হিসেবে বিভক্ত করা হয়। ঊনবিংশ শতাব্দীর শুরুর দিকে ডাল্টনের পারমাণবিক তত্ত্ব উপস্থাপনের পর রসায়ন চর্চায় ব্যাপক পরিবর্তন আসে। 1829 সালে ডার্মান বিজ্ঞানী জে. ডব্লিউ. ডোবেরাইনার পারমাণবিক ভরের সাথে সম্পর্কিত করে ত্রয়ী সূত্র (law of Triads) প্রদান করেন।

ত্রয়ী সূত্র: পর্যায় সারণির দুটি মৌলের পারমাণবিক ভরের গড় অন্য একটি মৌলের পারমাণবিক ভরের প্রায় সমান এবং মৌল তিনটির ধর্ম একইরকম। এই তিনটি মৌলকে পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজালে প্রথম এবং তৃতীয় মৌলের ভরের গড় দ্বিতীয় মৌলের ভরের সমান হয়। মৌল তিনটিকে ‘ডোবেরাইনার ত্রয়ী’ বলে। যেমন, লিথিয়াম (7) ও পটাশিয়ামের (39) পারমাণবিক ভরের গড় সোডিয়ামের (23) পারমাণবিক ভরের প্রায় সমান।

1864 সালে ইংরেজ বিজ্ঞানী জন নিউল্যান্ড (John A. R. Newlands) মৌলকে তাদের ভর অনুযায়ী সাজিয়ে প্রতি অষ্টম মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম মিল দেখতে পান। এর তিস্তিতে তিনি অষ্টক তত্ত্ব প্রস্তাব করেন।

অষ্টক তত্ত্ব: মৌলগুলোকে তাদের পারমাণবিক ভর অনুযায়ী সাজালে প্রতি অষ্টম মৌলসমূহের ধর্মের মিল দেখা যায়। যা পর্যায় সারণির ‘অষ্টক তত্ত্ব’ (law of octaves) নামে পরিচিত।

রাশিয়ান রসায়নবিদ ডিমিত্রি ম্যাডেলিফ মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ে গবেষণা করে 1869 সাল পর্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের উচ্চক্রমানুসারে সাজিয়ে দেখেন একই ধর্মবিশিষ্ট মৌলসমূহ একই কলামে হাজান পায়। এর উপর তিস্তি করে তিনি পর্যায় সূত্র প্রস্তাব করেন। পর্যায় সারণি উদ্ভবনে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর অবদান থাকলেও অবদানের গুরুত্ব বিবেচনা করে ম্যাডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলে।

ম্যাডেলিফের পর্যায় সূত্র: “যদি মৌলসমূহকে ক্রমবর্ধমান পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তবে তাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়”।

1913 সালে বিজ্ঞানী হেনরি মোসলে পারমাণবিক সংখ্যা আবিষ্কারের পর ম্যাডেলিফ তার পর্যায় সূত্র সংশোধন করেন।

ম্যাডেলিফের সংশোধিত পর্যায় সূত্র: “মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়”।

### ৪.৪ পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি

বিজ্ঞানী ম্যাডেলিফ প্রথম আধুনিক পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে তাদেরকে সাজানোর চেষ্টা করেন। কিন্তু পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে মৌলসমূহের বিন্যাস করলে কিছু কিছু ব্যতিক্রম লক্ষ করা যায়। পটাসিয়াম (K) ও অর্পান (Ar) –এর অবস্থান উদাহরণ হিসেবে বিবেচনা কর। পটাসিয়ামের (K) পারমাণবিক ভর – 39 ও অর্পানের (Ar) পারমাণবিক ভর হলো – 40। যদি পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তাহলে পটাসিয়ামকে অর্পানের আগে স্থান দিতে হয়। সেক্ষেত্রে পটাসিয়ামের অবস্থান হয় থুপ-18 তে এবং থুপ-1 –এ স্থান পায় অর্পান। বাস্তব তৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলির বিচারে পটাসিয়ামের সাথে থুপ-1 –এ অবস্থিত ক্ষার ধাতুগুলোর এক অর্পানের সাথে থুপ-18 –তে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়। কিন্তু মৌলসমূহকে পারমাণবিক সংখ্যার ভিত্তিতে সাজালে এ ধরনের জটিলতার অবসান হয়।

আমরা তৃতীয় অধ্যায়ে ইলেকট্রন ও প্রোটন সম্পর্কে জেনেছি। প্রোটন সংখ্যাকেই পারমাণবিক সংখ্যা বলে। আর কোনো মৌলে যতটি ইলেকট্রন থাকে ঠিক ততটি প্রোটন থাকে। তাহলে কোনো মৌলের ইলেকট্রন সংখ্যাকেও তার পারমাণবিক সংখ্যা বলা যায়। যদিও ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তনের সাথে পরমাণুর পরিবর্তন হয় না কিন্তু প্রোটন সংখ্যা পরিবর্তনে পরমাণুর পরিবর্তন হয়। পর্যায় সারণিতে ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর ভিত্তি করেই মৌলসমূহের তৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়। কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসই মূলত তার রাসায়নিক ধর্মাবলি নির্দেশ করে।

1869 সালে ম্যাডেলিফ আধুনিক পর্যায় সারণির প্রবর্তন করেন, যখন পারমাণবিক সংখ্যা সম্পর্কে কোনো ধারণা ছিল না। 1913 সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী হেনরি মোসলে পারমাণবিক সংখ্যার ধারণা দেন। পরবর্তীতে ম্যাডেলিফ আধুনিক পর্যায় সারণিতে পারমাণবিক সংখ্যার ধারণা ব্যবহার করে পর্যায় সূত্রের সংশোধিত রূপ প্রকাশ করেন। বিজ্ঞানী ম্যাডেলিফকে আধুনিক পর্যায় সারণি প্রবর্তনের সম্মান দেওয়া হয়। কারণ অনুমান করা হয় যে, পারমাণবিক সংখ্যা সম্পর্কে জানা থাকলে বিজ্ঞানী ম্যাডেলিফ তাঁর প্রদত্ত পর্যায় সূত্রে পারমাণবিক ভরের পরিবর্তে পারমাণবিক সংখ্যার কথাই হয়তো বলতেন।

### ৪.৫ ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয়

উপরে আমরা জেনেছি যে, ইলেকট্রন বিন্যাসই হলো, পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি। তাহলে পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান তার ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে বুঝা যায়। নিচের ছকে (ছক- ৪.২) কয়েকটি মৌলের প্রতীক ও ইলেকট্রন বিন্যাস লিপিবদ্ধ করা হলো। মৌলসমূহের বিভিন্ন ভাবে ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো। কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সে সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পর্যায় সংখ্যা। যেমন– হাইড্রোজেন ও হিলিয়ামের কক্ষ বিবেচনা করা যাক। এদের ক্ষেত্রে একটি মাত্র শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে এবং পর্যায় সারণিতে এদের অবস্থান পর্যায়-1 –এ। অনুরূপভাবে সোডিয়াম থেকে অর্পান পর্যন্ত মৌলসমূহের ইলেকট্রন তিনটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। তাহলে সহজেই বলা যায় যে, তাদের পর্যায় সংখ্যা হলো 3।

কিছু ব্যতিক্রম ব্যতীত, সাধারণভাবে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর যে অবস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই কোনো নির্দিষ্ট পর্যায়ে উক্ত মৌলের থুপ সংখ্যা নির্দেশ করে। তাহলে আমরা তেবে দেখলে বুঝব যে, 7টি পর্যায়েরই থুপ-1 এর ক্ষেত্রে উল্লিখিত নিয়মটি প্রযোজ্য হবে। অর্থাৎ থুপ-1 –এ অবস্থিত মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা হলো 1, সোডিয়াম নিয়মানুসারে থুপ সংখ্যা 1। থুপ-2 –এর ক্ষেত্রে একইভাবে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা দিয়েই সহজেই থুপ সংখ্যার ধারণা পাওয়া যায়। অন্যদিকে ইলেকট্রন ঘরা সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর পূর্ণ মৌলসমূহ থুপ-18 –এ স্থান পায়।


| কক্ষীয় | খণ্ড   |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|--------|-----------|--------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         | 1      | 2         | 3            | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1       | H<br>1 |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2       |        | Li<br>2.1 | Na<br>2.8, 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9       |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18      |        |           |              |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

ছক-৪.২: বিভিন্ন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস

পর্যায়-২ ও পর্যায়-৩ -এর ক্ষেত্রে অর্থাৎ যে সকল মৌলের দুইটি ও তিনটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে তাদের ক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ৩টি ইলেকট্রন থাকলে তাদেরকে গ্রুপ-১৩ তে স্থান দেওয়া হয়েছে। কেননা পর্যায়-২ ও পর্যায়-৩ -এর ক্ষেত্রে গ্রুপ-৩ থেকে গ্রুপ-১২ পর্যন্ত কোনো মৌল উপস্থিত নেই। তাহলে ২য় ও ৩য় পর্যায়ের কোনো মৌলের ক্ষেত্রে, যদি সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকে সেক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে উপস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যার সাথে দশ (১০) যোগ করে গ্রুপ সংখ্যা নির্ণয় করা সম্ভব।

পর্যায়-৪ থেকে পর্যায়-৭ পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষেত্রে d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। তবে পর্যায়-৬ এবং পর্যায়-৭ -এর যে সকল মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রন f উপস্তরে প্রবেশ করে তাদেরকে মূল পর্যায় সারণির নিচে পৃথকভাবে অবস্থান দেওয়া হয়।

ছাত্র/ছাত্রীরা ১ জন করে দলে ভাগ হয়ে নিজেরা শ্রেণিকক্ষে বসেই নিচের ছকে (ছক-৪.৩) প্রদত্ত কাজটি সম্পন্ন কর।  
উদাহরণ হিসেবে ছকে নাইট্রোজেন মৌলকে দেখানো হয়েছে।

| মৌল | ইলেকট্রন বিন্যাস  | পর্যায় সারণিতে অবস্থান  | ব্যাখ্যা  |
|-----|---|--------------------------|---|
| N   |  | পর্যায়- ২<br>গ্রুপ - ১৫ | ২টি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত। অতএব পর্যায় সংখ্যা হবে ২। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো ৫টি, কিন্তু পর্যায় সংখ্যা ২। অতএব গ্রুপ সংখ্যা ৫ না হয়ে, (৫ + ১০) = ১৫ হবে। |
| Li  |   |                          |   |
| Al  |   |                          |   |
| Ne  |   |                          |   |
| Cl  |   |                          |   |

ছক-৪.৩: ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয়

### ৪.৬ মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম

পর্যায় সারণিতে যে কোনো একটি পর্যায়ের দিকে লক্ষ করলে দেখি যে, বাম দিকের মৌলগুলো সাধারণত ধাতু, ক্রমাশয়ে ডান দিকে তা অপধাতু এবং অধাতুতে আবর্তিত হয়। ৩য় পর্যায়ের সর্ব বামে সোডিয়াম রয়েছে, বা একটি সক্রিয় ধাতু। অন্যদিকে ক্লোরিন (ডানদিকে দ্বিতীয়) একটি সক্রিয় অধাতু। এ দুইয়ের মাঝামাঝি মৌলগুলোর মধ্যে ধাতু থেকে অধাতুতে আবর্তনের একটি ধারাবাহিকতা পরিলক্ষিত হয়। সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম ধাতব প্রকৃতির। সিলিকন একটি অপধাতু (বা ধাতু ও অধাতু উভয়ের বৈশিষ্ট্য বহন করে)। ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিন এরা সবাই অধাতু ও এদের গলনাংক ও স্ফুটনাংক কম। যে কোনো গ্রুপে মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম ধীরে ধীরে এক অনেকটা নিয়মিতভাবে আবর্তিত হয়। যেমন- গ্রুপ-1 -এর ক্ষার ধাতুসমূহ যতদূরকেই নরম, নিম্ন গলনাংকবিশিষ্ট। এ গ্রুপের ধাতুসমূহের গলনাংক পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কমে। পর্যায় সারণির বাম দিক থেকে ডান দিকে অর্থাৎ গ্রুপ-1 থেকে গ্রুপ-17 পর্যন্ত মৌলসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে (ধাতু পর্যন্ত) পরবর্তীতে (অধাতু থেকে) হ্রাস পায়। এভাবে গ্রুপ-17 অর্থাৎ হ্যালাজেনসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক গ্রুপ-1 -এর ক্ষার ধাতুসমূহের তুলনায় অনেক কম হয়। হ্যালাজেনসমূহের ক্ষেত্রে বিভিন্ন ভৌত ধর্ম একই রূপে ধারাবাহিক পরিবর্তন দেখা যায়। যেমন-এসব মৌলের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ঘনত্ব পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বাড়ে। এছাড়াও মৌলসমূহের কিছু গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য যেমন, পারমাণবিক আকার, আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা, ইলেকট্রন আসক্তি ইত্যাদি ধর্ম পর্যায় সারণিতে পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। পর্যায় সারণির একই পর্যায়ের বামদিক থেকে ডানদিকে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায় এবং কোনো গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়। পারমাণবিক আকার ব্যতীত অন্যান্য ধর্মসমূহ সাধারণভাবে (কিছু ব্যতিক্রমসহ) পর্যায় সারণির একই পর্যায় বাম দিক থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ গ্রুপ-1 -এর ক্ষার ধাতুসমূহের আয়নিকরণ শক্তি কম এবং গ্রুপ-17 -এর হ্যালাজেনসমূহের আয়নিকরণ শক্তি বেশি। একইভাবে কোনো একটি গ্রুপের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে উক্ত ধর্মসমূহ ক্রমাশয়ে হ্রাস পায়। এ বিষয়ে পরবর্তী শ্রেণিতে আরও জানতে পারবে।



চিত্র ৪.২: বিভিন্ন মৌল



### ৪.৭ বিভিন্ন শ্রেণিতে উপস্থিত মৌলসমূহের বিশেষ নাম (ক্ষার ধাতু, মৃৎক্ষার ধাতু, মৃত্তা ধাতু, হ্যালাজেন, নিষ্ক্রিয় গ্যাস, অবহস্তর মৌল)

ক্ষার ধাতু: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-1 এ অবস্থিত মৌলসমূহ যেমন- Li, Na, K, Rb, Cs এবং Fr ক্ষার ধাতু (alkali metal) বলা হয়। এরা প্রত্যেকেই পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও ক্ষার দ্রবণ তৈরি করে। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত একমাত্র ইলেকট্রনটি অধাতুকে প্রদান করে আয়নিক বোঁধ (লবণ) তৈরি করে।

মৃৎক্ষার ধাতু : গ্রুপ-2 এ অবস্থিত Be থেকে শুরু করে Ra পর্যন্ত মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা (alkaline earth metal) হয়। এদের ধর্ম অনেকটা ক্ষার ধাতুর মতোই। এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এরাও সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে 2 টি ইলেকট্রন অধাতুকে প্রদান করে আয়নিক বোঁধ (লবণ) তৈরি করে। এই মৌলসমূহ বিভিন্ন বোঁধ হিসেবে মাটিতে থাকে।

অবহস্তর মৌল: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-3 থেকে গ্রুপ-12 পর্যন্ত গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহ অবহস্তর মৌল (transition metal) হিসেবে পরিচিত। অবহস্তর মৌলসমূহের নিম্নস্থ বর্ণ রয়েছে। এরা ধাতব পদার্থ হিসেবে প্রচুর ব্যবহৃত হয়। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক বোঁধ তৈরি করে। কোনো পর্যায়ের অবহস্তর মৌলসমূহের মধ্যে বামদিকের মৌল থেকে ডানদিকের মৌল যারা গঠিত বৌগের বৈশিষ্ট্য আয়নিক থেকে সমযোজীতে পরিবর্তিত হয়।

মৃত্তা ধাতু : পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-11 তে অবস্থিত মৌল- তামা (Cu), রূপা (Ag) ও সোনা (Au) এদের ধাতব বৈশিষ্ট্য যেমন উজ্জ্বলতা বিদ্যমান। ঐতিহাসিকভাবে এসব ধাতু দ্বারা মৃত্তা তৈরি করে তাদেরকে ক্রয়-বিক্রয় ও অন্যান্য প্রয়োজনে বিনিময়ের মাধ্যমে হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এদেরকে মৃত্তা ধাতু (coinage metals) বলা হয়। প্রকৃতপক্ষে এরা অবহস্তর মৌল।

হ্যালাজেন: গ্রুপ-17 তে অবস্থিত মৌল- F, Cl, Br, I এবং At এই 5টি মৌলকে একত্রে হ্যালাজেন (halogen) বলে। হ্যালাজেন শব্দের অর্থ লবণ গঠনকারী (salt maker)। এরা সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে হ্যালাইড আয়ন তৈরি করে। হ্যালাজেনসমূহের মূল উৎস সামুদ্রিক লবণ। এরা নিজে নিজেই ইলেকট্রন ভাগাভাগির (electron sharing) মাধ্যমে দ্বি-মৌল অণু তৈরি করে।

নিষ্ক্রিয় গ্যাস: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-18 তে অবস্থিত মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় মৌল বলে। এদের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় এরা ইলেকট্রন আদান-প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে বোঁধ গঠনে সাধারণত অস্বীকৃতি প্রদর্শন করে না। অর্থাৎ বন্ধন গঠনে বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি এই মৌলসমূহ নিষ্ক্রিয় থাকে।

### ৪.৮ পর্যায় সারণির সুবিধা (Advantages of Periodic Table)

রসায়নশাস্ত্র অধ্যয়ন ও প্রয়োগকারীদের জন্য পর্যায় সারণি একটি অপরিহার্য হাতিয়ার (tool)। আধুনিক পর্যায় সারণি ব্যতীত রসায়ন চর্চা সম্ভব নয়। উপরে জেনেছি যে, ২০১২ সাল পর্যন্ত 11৪টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। প্রত্যেকটি মৌলের 4টি ভৌত ধর্ম যেমন- গলনাংক, স্ফুটনাংক, ঘনত্ব ও ভৌত অবস্থা (কঠিন, তরল ও বায়বীয়) এবং 4টি রাসায়নিক ধর্ম যেমন- অক্সিজেন, পানি, এসিড ও ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া বিবেচনা করা। তাহলে 11৪টি মৌলের জন্য 4টি করে ভৌত ও 4টি করে রাসায়নিক ধর্ম মিলে সর্বমোট 944টি ধর্ম মনে রাখা কঠিন নয় কি? আমরা এটাও জানি যে, কোনো

| পর্যায় | কক্ষ |
|---------|------|
| 1       | H    |
| 2       | Li   |
| 3       | Na   |
| 4       | K    |
| 5       | Rb   |
| 6       | Cs   |
| 7       | Fr   |

নির্দিষ্ট মৌলের শুধুমাত্র 4টি তৌত ও 4টি রাসায়নিক ধর্মের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়। এ ধরনের অনেক তৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আছে, যা আমরা পরবর্তীতে শিখব। যাহোক এটা বুঝা গেল যে, পর্যায় সারণিতে অবস্থিত সব মৌলের হাজারো ধর্ম রয়েছে এবং তাদেরকে আলাদাভাবে মনে রাখা সম্ভবই অসম্ভব।

পর্যায় সারণিতে সন্নিবেশিত মৌলের অবস্থানের মাধ্যমে তার তৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে আমরা সহজেই ধারণা করতে পারি। যেমন গ্রুপ-1 -এ অবস্থিত হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্য মৌলগুলোকে ক্ষার ধাতু বলা হয় এবং এদের ছুরি দিয়ে কাটা যায়। এ গ্রুপের সব মৌলই তার সর্ববহিঃস্থ শক্তির রের একটি ইলেকট্রন প্রদান করতে পারে। হাইড্রোজেন মৌল ব্যতীত, সবাই পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। এভাবে কোনো গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের ধর্ম সম্পর্কে ধারণা একই

| পর্যায়/গ্রুপ | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3             | Na | Mg |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |

গ্রুপের অবস্থিত অন্য যে কোনো একটি মৌলের ধর্মের সাথে তুলনা করে মনে রাখা যেতে পারে। অন্যদিকে, একই পর্যায়ের বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের ধর্মের তিনুতা ঐ মৌলের পারিপার্শ্বিক অবস্থা। দেখে অর্থাৎ তার পার্শ্ববর্তী মৌলের ধর্মের সাথে তুলনা করে তার ধর্ম সম্পর্কে ধারণা নেওয়া যায়। পর্যায়-3 -এ বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের তৌত অবস্থা দেখলে আমরা দেখি যে, সোডিয়াম ক্ষার ধাতু, যা কঠিন পদার্থ এবং যাকে ছুরি দিয়ে কাটা যায়। পর্যায় সারণির তান দিকের মৌলসমূহের তৌত অবস্থা ক্রমাশ্র য়ে পরিবর্তিত হয়। এমনকি ক্লোরিন ও অর্গন গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। যদিও পর্যায় সারণিতে তরল মৌলের সংখ্যা খুবই কম।

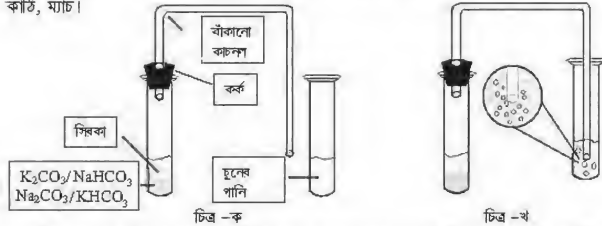
তাহলে আমরা বুঝলাম যে, বাহ্যিক দিক থেকে পর্যায় সারণি ছকে মৌলসমূহকে সন্নিবেশ করা হয়েছে মনে হলেও বাস্তব এ এর তাৎপর্য অপরিসীম। এ কথায় বলা যায় যে, পর্যায় সারণির ব্যবহার ছাড়া বর্তমান যুগে রসায়ন চর্চা অসম্ভব।

### ৪.১ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের সাথে পানি ও অম্ল এসিডের বিক্রিয়া

ধাতব যৌগের সাথে পানি ও অম্ল এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্তকরণ

পরীক্ষণ: (দ্রবীভূত ক্রাফ)

প্রয়োজনীয় উপকরণ:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ , অম্ল হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl)/সিলিকা (ইথানয়িক এসিড), চুনের পানি,  $\text{Ca(OH)}_2$ , বড় টেস্টটিউব, কর্ক, বাঁকানো কাচের নল, বিকর, কাঠি, ঘাচ।



চিত্র ৪.৩: (ক) পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ ও তাদের সংযোগ (খ) নির্গত গ্যাসকে চুনের পানিতে দ্রবীভূতকরণ

একটি কাচটিউবে আনুমানিক 2/3 থাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$  নাও। অতঃপর বিশুদ্ধ পানিতে সোটি দ্রবীভূত কর এবং দ্রবণের মধ্যে ধীরে ধীরে লবু হাইড্রোক্সেসরিক এসিড যোগ কর। পর্যবেক্ষণ কর কোনো গ্যাস উৎপন্ন হয় কি না। উৎপন্ন গ্যাসকে জ্বলন্ত কাঠির সাহায্যে শনাক্ত কর। রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্ত করার জন্য উৎপন্ন গ্যাসকে বাকানো ক্যানলার সাহায্যে বিকারে রাখা পরিষ্কার চুনের পানিতে প্রবেশ করাও এবং পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর। এই পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করার চেষ্টা কর। চুনের পানিতে অতিরিক্ত গ্যাস প্রবেশ করালে কী পরিবর্তন হয় তা পর্যবেক্ষণ কর এবং কারণ ব্যাখ্যা করার চেষ্টা কর।

একইভাবে বড় টেস্টটিউবে আনুমানিক 2/3 থাম  $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{KHCO}_3$  নিয়ে পরীক্ষা কর। পরীক্ষা করে নিচের টেবিল পূর্ণ কর।

|  | বড় টেস্টটিউবে $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ | বড় টেস্টটিউবে $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{KHCO}_3$ |                                    |
|--|--|--|------------------------------------|
| যোগ্যত উপাদান  | সম্পন্ন পরিবর্তন ও পরিবর্তনের কারণ                     | সংযোজিত রাসায়নিক বিক্রিয়া                          | সম্পন্ন পরিবর্তন ও পরিবর্তনের কারণ |
| মন্তব্য  |  |  |                                    |
| বিশুদ্ধ পানি   |  |  |                                    |
| লেবুর রস/সিরকা/লঘু HCl                                   |  |  |                                    |
| জ্বলন্ত কাঠিকে উৎপন্ন গ্যাসের উপর ধর                     |  |  |                                    |
| উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানিতে প্রবেশ করাও                  |  |  |                                    |
| অতিরিক্ত পরিমাণে উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানিতে প্রবেশ করাও |  |  |                                    |

(তথ্য: দাতব কার্বনেট এবং দাতব হাইড্রোজেন কার্বনেট এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে।)

**শিক্ষণীয় কাজ :** হেমিওপ্যাথিক বোতলে ভিন্নের শোশা গুঁড়া করে নিয়ে তাতে লেবুর রস যোগ কর ও পর্যবেক্ষণ কর। এই পর্যবেক্ষণের সাথে উপরের পরীক্ষণের তুলনা কর।

## অনুশীলনী

**বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:**

১. আধুনিক পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি কী?

ক. পারমাণবিক সংখ্যা

খ. পারমাণবিক ভর

গ. আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

ঘ. ইলেকট্রন বিন্যাস

২.  $A = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ ; মৌলটি পর্যায় সারণির কোন গ্রুপে অবস্থিত?

ক. Group-2

খ. Group-5

গ. Group-11

ঘ. Group-13

নিচের সারণি থেকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

পর্যায় সারণির কোনো একটি গ্রুপের খন্ডিত অংশ

|                 |
|-----------------|
| $_{19}\text{K}$ |
| X               |
| Y               |
| Z               |

[এখানে X, Y এবং Z প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

৩. 'X' মৌলটি পর্যায় সারণির কোন পর্যায়ের?

ক. ৩য়

খ. ৪র্থ

গ. ৫ম

ঘ. ৬ষ্ঠ

৪. উল্লিখিত মৌলগুলোর-

i. সর্বশেষ স্তরে ১টি ইলেকট্রন আছে

ii. পারমাণবিক আকার ক্রমশঃ য়ে হ্রাস পায়

iii. সক্রিয়তা ক্রমশঃ য়ে বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii

খ. ii ও iii

গ. i ও iii

ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১.

|    |    |  |   |
|----|----|--|---|
|    |    |  | F |
| Na | Mg |  |   |
|    |    |  |   |

উদ্দীপকের চিত্রটি পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ।

- ক. ত্রয়ী সূত্রটি লিখ।
- খ. বেরিয়ামকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন- ব্যাখ্যা কর।
- গ. উদ্দীপকের কোন মৌলটির আকার সবচেয়ে বড়? ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. উদ্দীপকের পর্বায় ও গ্রুপের প্রথম মৌলদুটি উচ্চ মাত্রায় সক্রিয় হলেও সক্রিয়তার কারণ ভিন্ন- যুক্তি দাও।

২.

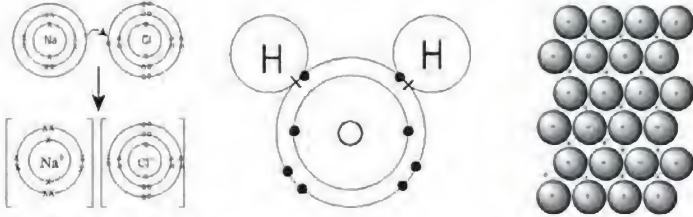
| মৌল প্রাণি | যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা |
|------------|--------------------------------|
| A          | 2                              |
| B          | 7                              |
| D          | 8                              |

[এখানে A, B এবং D প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

- ক. মৃদা ধাতু কী?
- খ. He কে গ্রুপ II -এ রাখা হয়নি কেন?- ব্যাখ্যা কর।
- গ. B শ্রেণির মৌলের উৎস ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. A ও D শ্রেণির মৌলগুলোর রাসায়নিক ধর্মের তুলনা কর।

## পঞ্চম অধ্যায় রাসায়নিক বন্ধন

নিচি য় গ্যাসসমূহ এক-পরমাণুক গ্যাসরূপে প্রকৃতিতে হয়। এ গ্যাসগুলো স্বাভাবিক অবস্থায় মৌলের পরমাণুসমূহ স্থায়ীভাবে প্রকৃতিতে বিয়োজিত করে না। মৌলিক গ্যাসের অণুসমূহ সাধারণত দ্বিপারমাণুক যেমন-  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$  ইত্যাদি। আবার কোনো কোনো মৌলের অণু দুইয়ের অধিক পরমাণু নিয়ে গঠিত হয় যেমন-  $O_3$ ,  $P_4$ ,  $S_8$ । আবার ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণু মিলে যৌগ গঠন করে যেমন-  $NaCl$ ,  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $CH_4$  প্রভৃতি। সব অণুতেই পরমাণুসমূহ এক বিশেষ আকর্ষণশক্তি দ্বারা পরস্পর আবদ্ধ থাকে। এ শক্তিকে বন্ধনশক্তি বলে। সাধারণত বন্ধন গঠন কালে সকল পরমাণুই তার শেষ শক্তির নিকটবর্তী নিচি য় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করতে চায়। ধাতু-অধাতু মিলে সাধারণত আয়নিক বন্ধন, অধাতু-অধাতু মিলে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। ধাতব বন্ধে ধাতব পরমাণুসমূহ ধাতব বন্ধনের মাধ্যমে একে অন্যের সাথে আবদ্ধ থাকে। তিন প্রকার বন্ধনে সূক্ষ্ম মৌল বা যৌগের আলাদা আলাদা বৈশিষ্ট্য রয়েছে।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

- (১) যৌগের ইলেকট্রনের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) মৌলের প্রবৃত্তি, বৈশিষ্ট্যের সংকেত ও এগুলোর যৌগের ব্যবহার করে যৌগের সংকেত হিসেবে পারব।
- (৩) নিচি য় গ্যাস-এর স্থিতিশীলতা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৪) অক্সিজেন ও দুই-এর নিয়মের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৫) রাসায়নিক বন্ধন এক তা গঠনের কারণ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৬) আয়ন কীভাবে এবং কেন সৃষ্টি হয় তা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) আয়নিক বন্ধন গঠনের প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারব।
- (৮) সমযোজী বন্ধন গঠনের প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারব।
- (৯) আয়নিক ও সমযোজী বন্ধনের সাথে গলনাঙ্ক, স্ফটিকনয়ক, দ্রাব্যতা, বিদ্যুৎ পরিবাহিতা এবং কেলস গঠনের ধর্ম ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১০) ধাতব বন্ধনের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১১) ধাতব বন্ধনের সাহায্যে ধাতুর বিদ্যুৎ পরিবাহিতা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১২) স্থানীয়ভাবে সংশ্লিষ্ট পদার্থের মধ্যে আয়নিক ও সমযোজী বৈশিষ্ট্য শনাক্ত করতে পারব।

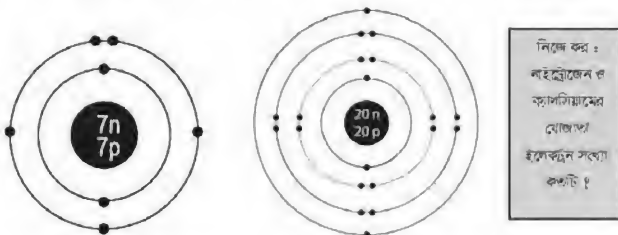
## ৫.১ যোজ্যতা ইলেকট্রন

কিছু মৌলের প্রতীক দেওয়া হলো, এদের পারমাণবিক সংখ্যা লিখে ইলেকট্রন বিন্যাস কর এবং ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র আঁক।

Li, Na, F

কোনটির শেষ শক্তিস্তরে কতটি করে ইলেকট্রন আছে লিখ।

কোনো মৌলের সর্বশেষ প্রধান শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যাকে সেই মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রন বলে।



(মৌলসমূহের প্রথম কক্ষপথের দুটি ইলেকট্রনকে বেজেডু অবস্থা বা পোরোনে ইলেক প্রকৃতিপক্ষে এরা একটি উপস্তরে জোড় অবস্থা বা থাকে)

চিত্র ৫.১: লাইট্রিয়াম ও নাসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস

## ৫.২ যোজনী বা যোজ্যতা (Valency)

কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে অথবা যত সংখ্যক বেজেডু ইলেকট্রন থাকে তাকে মৌলের যোজনী বা যোজ্যতা বলে। ধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা এবং অধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের বেজেডু ইলেকট্রন সংখ্যা মৌলের যোজ্যতা নির্দেশ করে। কোন অধাতব মৌল তার জটিল পুষ্টির জন্য যত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে সে সংখ্যাবোঝে ঐ মৌলের যোজ্যতা বলে। মৌলের সর্বশেষ কক্ষপথের উপস্থ রসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন পুনর্বিন্যাসের কারণে বেজেডু ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তিত হয়। এই মৌলসমূহ পরিবর্তনশীল যোজ্যতা বা একধিক যোজ্যতা প্রদর্শন করে। উচ্চ পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট ধাতব মৌল পরিবর্তনশীল যোজ্যতা প্রদর্শন করে। যোজ্যতা মূলত কোনো মৌলের, অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য বা ক্ষমতা। পর্যায় সারণির নিক্তি য় শ্রেণির মৌলসমূহ সাধারণত অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হয় না, তাই এদের যোজ্যতা শূন্য ধরা হয়।

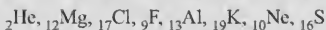
| মৌলের প্রতীক                   | মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস  | সর্বশেষ<br>কক্ষপথের<br>ইলেকট্রন<br>সংখ্যা | সর্বশেষ<br>কক্ষপথের<br>বোজোড়<br>ইলেকট্রন<br>সংখ্যা | বোজোড়তা |
|--------------------------------|---|---|---|----------|
| $1\text{H}$                    | $1s^1$  | 1   | 1   | 1        |
| $3\text{Li}$                   | $1s^2 2s^1$   | 1   | 1   | 1        |
| $4\text{Be}$<br>$4\text{Be}^*$ | $1s^2 2s^2$<br>$1s^2 2s^1 2p_x^1$   | 2<br>2                                    | 0<br>2  | 2<br>2   |
| $5\text{B}$<br>$5\text{B}^*$   | $1s^2 2s^2 2p_x^1$<br>$1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1$   | 3<br>3                                    | 1<br>3  | 3<br>3   |
| $6\text{C}$<br>$6\text{C}^*$   | $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$<br>$1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$                                 | 4<br>4                                    | 2<br>4  | 2<br>4   |
| $7\text{N}$                    | $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  | 5   | 3   | 3        |
| $11\text{Na}$                  | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$   | 1   | 1   | 1        |
| $15\text{P}$<br>$15\text{P}^*$ | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$<br>$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d^1$ | 5<br>5                                    | 3<br>5  | 3<br>5   |

ছব ৫.১: মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস এবং বোজোড়তা

\* চিহ্ন দ্বারা মৌলের উত্তেজিত অবস্থা প্রকাশ করে। এ অবস্থায় মৌলের বোজোড়তা রের কক্ষপথ উপস্থিতিতে ইলেকট্রন পুনর্বিন্যস্ত হয়।

p-উপস্তর সংখ্যা ৩টি ( $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ ) হয়। p-উপস্তর রের ইলেকট্রন গণনা ক্ষমতা হয় ৩। প্রতিটি p-উপস্তর রের সৃষ্টি করে ইলেকট্রন থাকতে পারে। তবে প্রথম p-উপস্তর রের সৃষ্টিতে একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। পরবর্তীতে আরও একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। একইভাবে d-উপস্তর রের সৃষ্টিতে ইলেকট্রন পাঁচটি d-উপস্তর রের প্রবেশ করে।

কাজ : নিম্নলিখিত মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস করে বোজোড়তা সম্পর্কে মতামত দাও।



### ৫.৩ বোঁগামূলক (Radical)

বোঁগামূলক হচ্ছে একাধিক মৌলের একাধিক পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত একটি পরমাণুগুচ্ছ বা একটি আয়নের (Single ion) ন্যায় আচরণ করে। বোঁগামূলকসমূহকে আধানসহ (Charge) লেখা হয়। এরা ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট হতে পারে। বোঁগামূলকসমূহের আধান সংখ্যাই তাদের বোজোড়তা।



| যৌগমূলকের নাম        | যৌগমূলকের সংকেত    | আধান | যোজ্যতা |
|----------------------|--------------------|------|---------|
| অ্যামোনিয়াম         | $\text{NH}_4^+$    | +1   | 1       |
| ফসফেনিয়াম           | $\text{PH}_4^+$    | +1   | 1       |
| হাইড্রক্সাইড         | $\text{OH}^-$      | -1   | 1       |
| কার্বোনেট            | $\text{CO}_3^{2-}$ | -2   | 2       |
| সালফেট               | $\text{SO}_4^{2-}$ | -2   | 2       |
| সালফাইট              | $\text{SO}_3^{2-}$ | -2   | 2       |
| নাইট্রেট             | $\text{NO}_3^-$    | -1   | 1       |
| নাইট্রাইট            | $\text{NO}_2^-$    | -1   | 1       |
| ফসফেট                | $\text{PO}_4^{3-}$ | -3   | 3       |
| হাইড্রোজেন কার্বোনেট | $\text{HCO}_3^-$   | -1   | 1       |

ছক ৫.২: কয়েকটি যৌগমূলকের নাম, সংকেত, আধান ও যোজ্যতা

### ৫.৪ যৌগের সংকেত

প্রত্যেকটি যৌগের যেমন প্রতীক (Symbol) থাকে তেমন প্রত্যেক যৌগের পৃথক সংকেত (Formula) থাকে। সংকেত দ্বারা যৌগের অণুতে পরমাণু বা আয়নের অনুপাত প্রকাশ করে। নিরপেক্ষ পরমাণু ও আধানবিশিষ্ট আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) দ্বারা যৌগের অণু গঠিত হয়। ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট আয়ন দ্বারা যৌগ গঠিত হলে তারা এমনভাবে যুক্ত হয় যেন যৌগের মোট আধান শূন্য হয়। যেহেতু ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নের আধান সংখ্যাই তাদের যোজ্যতা বা বিপরীত আয়নের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা, তাই একটি একক ধনাত্মক আয়ন একটি একক ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে। দুইটি একক ধনাত্মক আয়ন একটি দ্বি-ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়। একটি দ্বি-ধনাত্মক আয়ন দুইটি একক ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়। ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা গঠিত যৌগের সংকেত লেখার সময় ধনাত্মক অংশ প্রথমে এবং ঋণাত্মক অংশ পরে লেখা হয়।

| ধনাত্মক আয়ন<br>ও তার আধান | ঋণাত্মক আয়ন<br>ও তার আধান | সংকেত গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় আয়নের সংখ্যা ও<br>যৌগের মোট আধান |                          |                   | যৌগের সংকেত                |
|----------------------------|----------------------------|--|--------------------------|-------------------|----------------------------|
|                            |                            | ধনাত্মক আয়নের<br>সংখ্যা                                       | ঋণাত্মক আয়নের<br>সংখ্যা | যৌগের মোট<br>আধান |                            |
| $\text{Cu}^{2+}$ , +2      | $\text{SO}_4^{2-}$ , -2    | 1  | 1                        | 0                 | $\text{CuSO}_4$            |
| $\text{Na}^+$ , +1         | $\text{PO}_4^{3-}$ , -3    | 3  | 1                        | 0                 | $\text{Na}_3\text{PO}_4$   |
| $\text{Al}^{3+}$ , +3      | $\text{NO}_3^-$ , -1       | 1  | 3                        | 0                 | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |

ছক ৫.৩: ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা গঠিত কয়েকটি যৌগের সংকেত।

**কাজ :** ছবিটিতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন নিয়ে দশটি সংকেত লিখে শিক্ষককে দেখাও।

দুটি নিরপেক্ষ পরমাণু মধ্যমে যৌগ গঠনের সময় সাধারণত পর্যায় সারণির বাম পাশের মৌলকে প্রথমে দেখা হয়। তুলনামূলকভাবে অধিক ধনাত্মক মৌলকে প্রথমে দেখা হয়। কোনো মৌলের যোজ্যতা, অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা প্রকাশ করে। সাধারণত একটি মৌলের যোজ্যতাকে ওপর মৌলের পরমাণু সংখ্যা হিসেবে ধরে, যোজ্য মৌলসমূহের পরমাণু সংখ্যার অনুপাত থেকে সংকেত দেখা হয়।



চিত্র ৫.২ : যোজ্যতার সাহায্যে অণুর সংকেতের ধারণা

| প্রথম মৌল ও তার যোজ্যতা | দ্বিতীয় মৌল ও তার যোজ্যতা | সংকেত গঠনের জন্য মৌলের প্রয়োজনীয় পরমাণুর সংখ্যা ও তাদের অনুপাত |                               |        | মৌলের সংকেত                   |
|-------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|--------|-------------------------------|
|                         |                            | প্রথম মৌলের পরমাণুর সংখ্যা                                       | দ্বিতীয় মৌলের পরমাণুর সংখ্যা | অনুপাত |                               |
| H, 1                    | Cl, 1                      | 1  | 1                             | 1:1    | HCl                           |
| C, 4                    | H, 1                       | 1  | 4                             | 1:4    | CH <sub>4</sub>               |
| C, 4                    | O, 2                       | 2  | 4                             | 1:2    | CO <sub>2</sub>               |
| N, 5                    | O, 2                       | 2  | 5                             | 2:5    | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |

তথ্য ৫.১ : দুইটি নিরপেক্ষ পরমাণু দ্বারা গঠিত করে একটি যৌগের সংকেত

## ৫.৫ নিষ্ক্রিয় গ্যাস এবং এর স্থিতিশীলতা

নিচের তোমরা জান পর্যায় সারণির '18' ধূসর মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় গ্যাস বলা হয়।

এই গুপের হিলিয়াম, নিয়ন, আর্গন ও ক্রিপটনের ইলেকট্রন বিন্যাস কর।

**[ চিন্তা কর : ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে কী মিল এবং কী অমিল লক্ষ্য করছ? ]**

নিম্নে নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস দেওয়া হলো :

He (2) : 1s<sup>2</sup>

Ne (10) : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup>

Ar (18) : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup>

Kr (36) : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>6</sup>

Xe (54) : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>6</sup> 4d<sup>10</sup> 5s<sup>2</sup> 5p<sup>6</sup>

Rn (86) : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>6</sup> 4d<sup>10</sup> 4f<sup>14</sup> 5s<sup>2</sup> 5p<sup>6</sup> 5d<sup>10</sup> 6s<sup>2</sup> 6p<sup>6</sup>

উপরের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, একমাত্র হিলিয়াম ছাড়া অন্য সকল নিষ্ক্রিয় মৌলের যোজ্যতা স্তরে ৪টি ইলেকট্রন রয়েছে। He -এর পরমাণবিক সংখ্যা 2। ১ম প্রধান শক্তিস্তরে একটি মাত্র উপস্তর (s) থাকায় এর যোজ্যতা স্তর 2 টি ইলেকট্রন ঘরা পূর্ণ থাকে, বা He -এর জন্য হারী বিন্যাস। He -এর যোজ্যতা স্তরে 2 এবং অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাসের যোজ্যতা স্তরে ৪টি ইলেকট্রন বি্তিশীল অবস্থা প্রদান করে। নিষ্ক্রিয় মৌলসমূহ এরূপ ইলেকট্রন বিন্যাস পরিবর্তনে অনগ্রহীত হওয়ার কারণেই এরা রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়। অন্যদিকে অন্যান্য মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্থ স্তরে এ ইলেকট্রন বিন্যাস না থাকায় এ সব মৌল বিতিনুভাবে এ ধরনের অধিকতর হারী ইলেকট্রন বিন্যাস গঠনে অগ্রহীত। এজন্য মৌলসমূহ প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ অথবা বর্জন করে।

### ৫.৬ অষ্টক ও দুই-এর নিয়ম

তোমরা পূর্বে Li এবং Na -এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখেছো।

কীভাবে Li, He এর ইলেকট্রন বিন্যাস এবং Na, Ne -এর ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করবে ব্যাখ্যা কর।

তোমরা অক্সিজেন, ফ্লোরিন ও ক্যালসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস কর। হি তিশীলতা অর্জনের জন্য এ তিনটি মৌল কোন নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করতে চাইবে এবং কীভাবে করবে ব্যাখ্যা কর।

হাইড্রোজেনের যোজ্যতা স্তরে একটি মাত্র ইলেকট্রন রয়েছে। H পরমাণু, মৌলের অণু গঠনের সময় এটি এর নিকটতম নিষ্ক্রিয় গ্যাস হিলিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করতে চাইবে। এজন্য যৌগ গঠনের সময় হাইড্রোজেন পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বা হাইড্রোজেনের ইলেকট্রনটি অন্য পরমাণুর একটি ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে।



সুতরাং উপরের ব্যাখ্যা-বিশ্লেষণ থেকে এ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে—

বিতিনু মৌলের পরমাণুসমূহ নিজেদের মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদান এবং শেয়ারের মাধ্যমে পরমাণুসমূহের শেষ শক্তিস্তরে 2 টি অথবা বেশির ভাগ ক্ষেত্রে আটটি ইলেকট্রনের বিন্যাস লাভ করে। এভাবে যোজ্যতা স্তরে He -এর বিন্যাস লাভ করাকে দুই-এর (duet or duet) নিয়ম এবং যোজ্যতা স্তরে ৪ টি ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করাকে অষ্টক (octet) নিয়ম বলে। প্রতিটি উপস্তরে ২টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। এজন্য একটি পরমাণুর বেছোড় ইলেকট্রন অন্য একটি পরমাণুর বেছোড় ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে ইলেকট্রন জোড় গঠন করে। এভাবে ইলেকট্রন জোড় গঠনের পর পরমাণু অধিক হি তিশীল হয়। ইলেকট্রন জোড় গঠন করে পরমাণুর হি তিশীল হওয়ার এই নিয়মকে দুই এর নিয়ম বলে।

### ৫.৭ রাসায়নিক বন্ধন ও রাসায়নিক বন্ধন গঠনের কারণ

Li, Na এবং Ca -এর ক্ষেত্রে দেখেছ ইলেকট্রন বর্জন করে যোজ্যতা স্তরে এরা দুই-এর বা অষ্টক নীতি অনুযায়ী বিন্যাস লাভ করে। O, F পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করে যোজ্যতা স্তরে অষ্টক বিন্যাস লাভ করে।

H<sub>2</sub> অণু গঠনকালে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু 1টি করে ইলেকট্রন শেয়ার করে।

এইভাবে বিতিনু মৌল ইলেকট্রন আদান-প্রদান অথবা শেয়ারের মাধ্যমে বন্ধন গঠন করে।

তাহলে রাসায়নিক বন্ধন গঠনের জন্য কিছু প্রয়োজনীয় তথ্য আমাদের মনে রাখতে হবে—

- কোনো মৌলের শেষ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন অর্থাৎ যোজ্যতা ইলেকট্রন বন্ধন গঠনে অংশগ্রহণ করে।

২. প্রতিটি পরমাণুই লক্ষ্য থাকে ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনের মাধ্যমে তার নিকটবর্তী নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করা।
৩. 1 থেকে 17 পরমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলসমূহ বন্ধন গঠন করলে খুব সহজেই দুই-এর (duplet) বা অষ্টক (octet) নিয়ম মেনে চলে। তৃতীয় স্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা 18 হওয়া সত্ত্বেও কিছু মৌল (যেমন K, Ca) 8টি ইলেকট্রন ঘরা ৩য় স্তর পূর্ণ থাকা অবস্থায় ৪র্থ স্তরের ১ম উপস্তর (1s) পূর্ণ করে। বন্ধন গঠনের সময় এরাও অষ্টক নিয়ম অনুসরণ করে।

উপরের তথ্যের ভিত্তিতে পরমাণুসমূহ বন্ধন গঠন করে এবং সে কারণেই একের প্রতি অন্যের আকর্ষণ বা আসক্তির সৃষ্টি হয়। সুতরাং বলা যায় যে—

যে আকর্ষণ বলের মাধ্যমে একটি পরমাণু অন্য পরমাণুর সাথে যুক্ত হয় তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে।

### ৫.৮ ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন

পাশাপাশি সোডিয়াম ও নিয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র আঁক।

কীভাবে সোডিয়াম, নিয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করবে? Na -এর পরমাণবিক সংখ্যা 11।

তার শেষ শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন ত্যাগের মাধ্যমে তাই না?

Na<sup>+</sup> আয়নের আধান গঠন

|                     |                 |                             |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|
| Na - e <sup>-</sup> | Na <sup>+</sup> |                             |
| 2, 8, 1             | 2, 8            |                             |
|                     |                 | 11 টি প্রোটনের আধান = +11   |
|                     |                 | 10 টি ইলেকট্রনের আধান = -10 |
|                     |                 | <hr/> মোট আধান = +1         |

যে সকল মৌলের শেষ শক্তিস্তর বা বোহ্রীয় স্তর রে কম সংখ্যক (1, 2, 3) ইলেকট্রন থাকে সে সকল মৌলের ইলেকট্রন পর্যায় সরণির একই পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের তুলনায় নিউক্লিয়াস থেকে দূরে অবস্থান করে। ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের সাথে দুর্বলভাবে আকর্ষিত থাকে। এই মৌলসমূহ ইলেকট্রন অপসারণ করে দুই এর বা অষ্টক পূর্ণ অবস্থায় পরিণত হতে চায়। যার ফলে এরা সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে। স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুর ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যা সমান থাকে। একটি ইলেকট্রন ত্যাগের কারণে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনের তুলনায় নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানের পরিমাণ এক একক বেড়ে যায়। তখন এটি একক ধনাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুতে পরিণত হয়।

নিম্নে কর :  
পাশাপাশি ক্লোরিন ও আর্গনের  
ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র  
আঁক।

ধনাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুকে ক্যাটায়ন বলে।

দেখা যাচ্ছে ক্লোরিনের বোহ্রীয় স্তর রে ইলেকট্রন সংখ্যা 7, মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 17, অপর দিকে নিষ্ক্রিয় গ্যাস আর্গনের ইলেকট্রন সংখ্যা 18, বোহ্রীয় স্তর রে ইলেকট্রন সংখ্যা 8। আর্গনের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করতে হলে ক্লোরিনের আরও একটি ইলেকট্রন গ্রহণে প্রয়োজন।

Cl<sup>-</sup> আয়নের আধান গঠন

|                     |                 |                             |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|
| Cl + e <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> |                             |
| 2, 8, 7             | 2, 8, 8         |                             |
|                     |                 | 17 টি প্রোটনের আধান = +17   |
|                     |                 | 18 টি ইলেকট্রনের আধান = -18 |
|                     |                 | <hr/> মোট আধান = -1         |

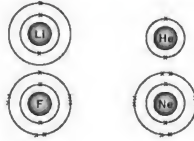
একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ফ্লোরিন পরমাণু একক ঋণাত্মক আধানযুক্ত ফ্লোরাইড আয়নে পরিণত হয়।

ঋণাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুকে অ্যানায়ন বলে।

নিজে কর : ম্যাগনেসিয়াম ও অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র একে কীভাবে দুটি পরমাণু এদের নিকটবর্তী নিক্রিয় গ্যাস নিয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নে পরিণত হবে দেখাও।

$^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$   $^{16}_8\text{O}^{2-}$  আয়নে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর।

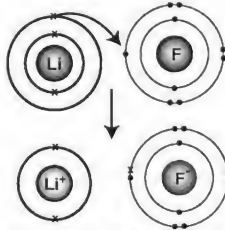
### ৫.৯ আয়নিক বন্ধন



চিত্র ৫.৩: বিভিন্ন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস

লিথিয়াম কীভাবে হিলিয়াম এবং ফ্লোরিন কীভাবে নিয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করবে? লিথিয়াম পরমাণু যোজ্যতা স্তরের একটি ইলেকট্রন বর্জন করে হিলিয়ামের স্থায়ী দুই-এর (duplet) এবং ফ্লোরিন পরমাণু যোজ্যতা স্তরে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিয়নের যোজ্যতা স্তরে স্থায়ী অষ্টক (octet) বিন্যাস লাভ করবে।

দুটি পরমাণু যখন কাছাকাছি আসে তখন লিথিয়াম পরমাণু তার যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনটি ফ্লোরিন পরমাণুকে দান করবে এবং ফ্লোরিন সেই দানকৃত ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে যথাক্রমে  $\text{Li}^+$  আয়ন ও  $\text{F}^-$  আয়নে পরিণত হবে। দুটি আয়ন যুক্ত হয়ে  $\text{LiF}$  যৌগে পরিণত হবে।



চিত্র ৫.৪: লিথিয়াম ফ্লোরাইড যৌগ গঠন প্রক্রিয়া

নিজে কর :

সোডিয়াম ও ফ্লোরিন পরমাণু সংযোগে সোডিয়াম ফ্লোরাইড ( $\text{NaF}$ ) যৌগটির গঠন প্রক্রিয়া দেখাও।

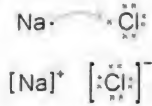
[দক্ষাভাষ্য কর : ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড এবং পটাসিয়াম ফ্লোরাইড যৌগসমূহের গঠন প্রক্রিয়া একে দেখাও এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

১. ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড বন্ধন গঠনের সময় ম্যাগনেসিয়াম ও অক্সিজেন কতটি করে ইলেকট্রন দান এবং গ্রহণ করে?
২.  $\text{Mg}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  আয়নে এক  $\text{O}$ ,  $\text{O}^{2-}$  আয়নে পরিণত হলো কেন?
৩. ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইডের সংকেত কী?

উপরের সবগুলো উদাহরণ পর্যালোচনা করলে দেখা যায় ধাতুসমূহ ইলেকট্রন বর্জন এবং অধাতুসমূহ ধাতু কর্তৃক বর্জনকৃত ইলেকট্রন/ইলেকট্রনসমূহ গ্রহণ করে যথাক্রমে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নে পরিণত হয়। ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন কাছাকাছি এসে আয়নিক বন্ধন গঠন করে।

ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে গঠিত ক্যাটায়ন (ধনাত্মক আয়ন) এবং অ্যানায়নসমূহ (ঋণাত্মক আয়ন) যে স্থির বৈশুটিক আকর্ষণ বল দ্বারা যৌগের অনুরূপে আবদ্ধ থাকে তাকে আয়নিক বন্ধন বলে।

দুটি তিন্লুশী পরমাণুর মধ্যমে গঠিত হয় আয়নিক যৌগ।



চিত্র ৫.৯: NaCl এর আয়নিক বন্ধন গঠন

জেন শরোজেন, আয়নিক বন্ধন সাধারণত পর্যায় সারণির গ্রুপ 1 ও 2 -এর ধাতু এবং গ্রুপ 16 ও 17 -এর অধাতুর মধ্যে ঘটে থাকে। পর্যায় সারণির মাঝামাঝি অবস্থানে অবস্থিত ধাতুসমূহের শেষ শক্তির ত্রে অধিকসংখ্যক ইলেকট্রন থাকার কারণে, ইলেকট্রন দান বা গ্রহণের জন্য অধিক শক্তির শরোজেন হয় যার ফলে সাধারণত একা তিন বা চার সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জননে উৎসাহী হয় না। এর মধ্যে ব্যতিক্রম হলো  $\text{Al}^{3+}$  আয়ন। তাই দেখা যায় Al সব সময় তিনটি ইলেকট্রন বর্জন করে আয়নিক বন্ধন গঠন করে না।

উল্লেখ্য যে পর্যায় সারণির 1 থেকে 20 পর্যন্ত পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলসমূহই প্রকৃতভাবে বন্ধন গঠনকালে দুই এর (duplet) ও অষ্টক (octet) নীতি অনুসরণ করে।

### ৫.১০ সমযোজী বন্ধন

হাইড্রোজেন, কার্বন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন ও ফ্লোরিনের ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র আঁক। এ সকল মৌলই অধাতু।

অধাতু-অধাতু বন্ধন গঠন করার ক্ষেত্রে কী ঘটে? যদি একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ওপর একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয় তখন কী ঘটে? এ ক্ষেত্রে উভয় হাইড্রোজেন পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করতে চায়। কিন্তু কোনো পরমাণু ইলেকট্রন বর্জন করতে চায় না। হিগিয়াম পরমাণুর স্থিতিশীল (দুই এর নিয়ম) বিন্যাস লাভ করার জন্য হাইড্রোজেনের ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন সম্ভব নয়। সেক্ষেত্রে পরমাণুদ্বয় পরস্পর ইলেকট্রন শেয়ার করে হিগিয়ামের স্থিতিশীল বিন্যাস লাভ করবে।



কার্বন, নাইট্রোজেন ও ফ্লোরিনের বোঝাপড়া ত্রে কতটি ইলেকট্রন আছে?

কার্বনের  $\text{K}$ , নাইট্রোজেনের  $\text{F}$  ও ফ্লোরিনের  $\text{F}$ —



চিত্র ৫.৬: বিভিন্ন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস

অধাতুর সাথে বন্ধন গঠনের সময় নিম্নের বোঝাতা ত্রয়ের হারী অর্ধক গঠনের জন্য অথবা যিনিয়ানের হারী ইলেকট্রন বিন্যাস গঠনের জন্য কার্বনের বাক্সে এটি ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন প্রয়োজন। নাইট্রোজেনের  $\text{F}$  ইলেকট্রন গ্রহণ বা  $\text{F}$  ইলেকট্রন বর্জন প্রয়োজন। ফ্লোরিনের  $\text{F}$  ইলেকট্রন বর্জন বা  $\text{F}$  ইলেকট্রন গ্রহণ প্রয়োজন। অধাতুসমূহ ইলেকট্রন গ্রহণ করে কেবল ধাতুর সাথে বন্ধন গঠনের সময়। অধাতু-অধাতুর বন্ধন গঠনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে?

কোনো মৌলের পক্ষে এত অধিকসংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন সম্ভব নয়। কারণ এর জন্য অধিক পরিমাণ শক্তি ব্যয় করতে হয় যা যে কোনো মৌলের ক্ষমতার বাইরে।

ফ্লোরিন অণু গঠনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে?



চিত্র ৫.৭: অর্গনের ইলেকট্রন বিন্যাস

চিত্র ৫.৮:  $\text{C}$  অণুর বন্ধন গঠন

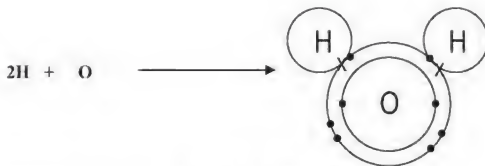
দেখা যাচ্ছে  $\text{C}_2$  অণুর বন্ধন গঠনের ক্ষেত্রে প্রতিটি পরমাণুর বোঝাতা ত্রয়ের একটি করে ইলেকট্রন শেয়ার করে তার নিকটবর্তী নিকি য় গ্যাস অর্গনের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে। কেনে মৌলের বোঝাতা ত্রয়ে ৬টি ইলেকট্রন থাকলে এরা নিজেদের বোঝাতা ত্রয়ে ২টি ইলেকট্রন শেয়ার করে যি-বন্ধন গঠন করে এক নিকি য় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে।

[নিজে কর : অক্সিজেন ও ফ্লোরিন অণুর বন্ধন গঠনচিত্র অংকন কর। কোনটির ক্ষেত্রে একক একক কোনটির ক্ষেত্রে যিবন্ধন দেখা যায় ব্যাখ্যা কর।]

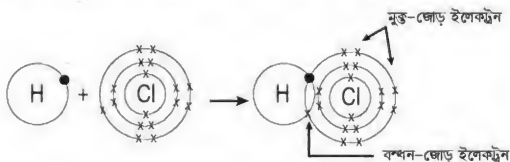
উপরে আলাদা করে সবই মৌলিক অণু। আরও অনেক মৌলিক অণু রয়েছে। কিন্তু অধাতু পরমাণু মিলে যখন মৌল গঠন করে তখন কী ঘটে লক্ষ কর।

$\text{H}_2\text{O}$  পানির একটি অণু যা দুইটি হাইড্রোজেন ও একটি অক্সিজেন পরমাণু নিয়ে গঠিত।

অক্সিজেনের পারমাণবিক সংখ্যা ৮ এর ইলেকট্রন বিন্যাস:  $2, 6$  হাইড্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা ১ এর ইলেকট্রন বিন্যাস:  $1$  নিয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভের জন্য অক্সিজেনের সর্ববহিঃস্থ ত্রয়ে ২টি ইলেকট্রন প্রয়োজন। সে কারণে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি করে ইলেকট্রন অক্সিজেনের বোঝাতা ত্রয়ে দুইটি ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। এতে অক্সিজেন অর্ধক ও হাইড্রোজেন দুই-এর বিন্যাস লাভ করবে।

চিত্র ৫.৯:  $\text{H}_2\text{O}$  অণুর গঠন

যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে সমযোজী অণুর গঠনের চিত্র দেখানো যায়।



কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন জোড়, যাহা বন্ধন গঠনে অংশগ্রহণ করে না। এদেরকে মুক্ত জোড় ইলেকট্রন বলে।  $\text{HCl}$  অণুর  $\text{Cl}$  পরমাণুতে তিন জোড়া মুক্ত ইলেকট্রন আছে।

চিত্র ৫.১০: যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে  $\text{HCl}$  অণুর বন্ধন গঠন

সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয় সমযোজী যৌগ এবং সমযোজী অণু। নিচের ছকে (ছক ৫.৫) কিছু অণুর সংকেত দেওয়া হলো। এদের বন্ধন গঠনচিত্র অংকন কর (যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে)।

| অণু                                 | পরমাণু সংখ্যা        | বন্ধন গঠন চিত্র |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|
| মিথেন<br>$\text{CH}_4$              | $\text{C}+4\text{H}$ |                 |
| অ্যামোনিয়া<br>$\text{NH}_3$        | $\text{N}+3\text{H}$ |                 |
| কার্বন-ডাই-অক্সাইড<br>$\text{CO}_2$ | $\text{C}+2\text{O}$ |                 |

ছক ৫.৫: সমযোজী বন্ধন গঠনের চিত্র

চিন্তা কর :  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  এবং  $\text{CH}_4$  বন্ধন গঠনের পর প্রতিটি অণুতে কতটি মুক্ত-জোড় ইলেকট্রন রয়েছে এবং কতটি বন্ধন-জোড় ইলেকট্রন বন্ধন গঠনে অংশগ্রহণ করেছে?

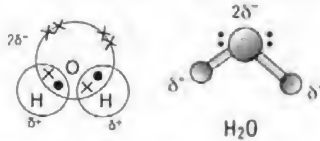




**দ্রবীভূততা** (দ্রবীভূত কক্ষ): নির্দিষ্ট পরিমাণ পানিতে আলাদা আলাদা ভাবে কপড়কাচ বেঁটা, সোডিয়াম ক্লোরাইড ও চুঁতে যোগ করে তা নাড়তে থাক, কোনটি মিশ্রিত হলো, কোনটি হলো না তা সিদ্ধি কর। উল্লেখ্য এ সকল যৌগই আয়নিক। আবার আলাদা আলাদা পাঠে নির্দিষ্ট পরিমাণ পানিতে সমযোজী যৌগ ন্যাপথালিন (গুঁড়), অর্থাৎ/ময়লা, তেল ও চিনি পানিতে মিশ্রিত কর। পর্যবেক্ষণের ফলাফল সিদ্ধি কর।

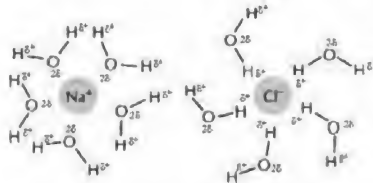
এ ক্ষেত্রে তোমাদের মনে একটি প্রশ্ন আসতে পারে বেশিরভাগ আয়নিক যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়, আবার বেশির ভাগ সমযোজী যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয় না কেন?

দ্রবীভূততা পরীক্ষা করতে গিয়ে দেখেছি, পানিতে প্রায় সকল আয়নিক যৌগ দ্রবীভূত হয়, যদিও পানি একটি সমযোজী যৌগ। অপর দিকে বেশির ভাগ সমযোজী যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয় না কিন্তু চিনি, অ্যাকসেহল সমযোজী যৌগ হওয়া সত্ত্বেও পানিতে দ্রবীভূত হয়। এর কারণ কী? কখন গঠনের পর পানির অণুতে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যবর্তী শেয়ারকৃত ইলেকট্রনকে উভয় পরমাণুর নিউক্লিয়াস আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ করার ক্ষমতা হাইড্রোজেনের তুলনায় অক্সিজেনের বেশি থাকে (সমযোজী কখনো শেয়ারকৃত ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে)। আকর্ষণের কারণে কখনো শেয়ারকৃত ইলেকট্রনখণ্ড অক্সিজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। যার ফলে অক্সিজেনে আংশিক ঋণাত্মক প্রাভ এবং হাইড্রোজেনে আংশিক ধনাত্মক প্রাভের সৃষ্টি হয়। এই ঘটনাকে সমযোজী যৌগের পোলারিটি বলা হয়। যে সমযোজী যৌগে পোলারিটির সৃষ্টি হয় তাকে পোলার সমযোজী যৌগ বলে।



চিত্র ৫.১২: পানির অণুতে পোলারিটি

আয়নিক যৌগে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রাভ থাকে। আয়নিক যৌগের ধনাত্মক প্রাভ অক্সিজেন প্রাভ দ্বারা আকর্ষিত হয় এবং আয়নিক যৌগের ঋণাত্মক প্রাভ পানির ধনাত্মক হাইড্রোজেন প্রাভ দ্বারা আকর্ষিত হয়। সমযোজী যৌগসমূহের মতো যাদের পোলারিটি রয়েছে সেগুলোও একইভাবে আকর্ষিত হয়। আকর্ষণের কারণে যৌগের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রাভ পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পানির পোলার অণুর বিপরীত প্রাভ দিয়ে পরিবেষ্টিত থাকে এবং পানিতে দ্রবীভূত হয়।



চিত্র ৫.১৩: পানি অণু সংযোজিত  $\text{Na}^+$  ও  $\text{Cl}^-$  অয়ন

**বিদ্রুপ পরিবাহিতা** (দ্রবীভূত কক্ষ): একটি পাত্র/বিকারে ছাদাসবণের দ্রবণ, অপর একটি পাত্র/বিকারে চিনির দ্রবণ নিয়ে ইলেকট্রোড হিসাবে দুটি গ্রাফাইট দণ্ড ন্যে। দণ্ডদ্বয়কে কপার তার, ব্যাটারি ও বাতুর মধ্যমে যুক্ত করে বর্তনী পূর্ণ কর।



চিত্র ৫.১৮: দ্রবক্লোরাইডের বিদ্যুৎ পরিবাহিতা নির্ণয়

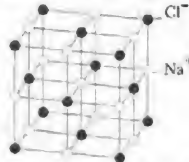
পর্যবেক্ষণ কর এক আয়নিক ও সমযোজী বৈশিষ্ট্য বিদ্যুৎ পরিবাহিতার পার্থক্য নির্ণয় কর। গ্রাফাইট দণ্ডের পরিবর্তে খাতব দণ্ড ব্যবহার করা যায়। দ্রবক্লোরাইডের বিদ্যুৎ পরিবাহী ও অপরিবাহী হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

(তথ্য : বিদ্যুৎ পরিবহনের জন্য মুক্ত আয়ন বা ইলেকট্রনের উপস্থিতি এবং তাদের চলাচল প্রয়োজন।)

### কেনাস গঠন :

বাড়ির বক্স: প্রত্যেক পৃথক পাশে আবার লবণ ও চিনির আলাদা আলাদা সম্পৃক্ত দ্রব তৈরি করে তাতে ধীরে ধীরে তাপ প্রয়োগ কর। দ্রবক্লোরাইডের আয়নিক আয়তনের ওপরে পরিমাণ হলে নামিয়ে রাখা হতে দাও। কিছু সময় পর পাশের তদায় লবণ ও চিনির দ্রব থেকে জমা হওয়া কঠিন পদার্থের আকৃতি পর্যবেক্ষণ কর এবং আকৃতি সম্পর্কে তোমার মন্তব্য দাও।

গ্রেগরি ক্রাজ : একইভাবে ফেরাস সালফেটের দ্রব তৈরি করে ফেরাস সালফেট সঞ্চয়িক তৈরি কর।



চিত্র ৫.১৯: সোডিয়াম ক্লোরাইডের সঞ্চয়িক কেনাস

আরও কিছু আয়নিক বৈশিষ্ট্য সঞ্চয়িক কেনাস আছে যেমন ম্যাগনেসিয়া ( $MgO$ ), অ্যালুমিনা ( $Al_2O_3$ ) বাপের গলনাংক অনেক বেশি, এদের ভৌত অবস্থা  $1500^\circ C$  তাপমাত্রায় অপরিবর্তিত থাকে। সামান্যত কম তাপমাত্রায় আয়নিক বৈশিষ্ট্যমূলক কঠিন অবস্থা থাকে। ইলেকট্রন চলাচল করতে পারে না বলে এ অবস্থা এরা বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে না।

নিচে কিছু সমযোজী বৃহৎ অণুর সঞ্চয়িক কেনাসের চিত্র দেখানো হলো:

চিত্র ৫.২০: বালি ( $SiO_2$ ), হীরক ও গ্রাফাইটের কেনাস

কেনাস গবেষণায় সমযোজী পদার্থসমূহও উচ্চ গলনাংক ও সঞ্চয়িকবিশিষ্ট।

চিত্র ১ নং : কার্বনের দুটি রূপান্তর, হীরক ও গ্রাফাইট। হীরক বিদ্যুৎ অপরিবাহী কিন্তু গ্রাফাইট বিদ্যুৎ পরিবাহী কেন?

(তথ্য: ইলেক্ট্রনিক প্রযুক্তি কার্ভন পরমাণু চারটি কার্ভন পরমাণুর সাথে এবং গ্রাফাইটে প্রতিটি কার্ভন পরমাণু তিনটি কার্ভন পরমাণুর সাথে সমবোজী বন্ধন গঠন করে।)

### ৫.১২ ধাতব বন্ধন

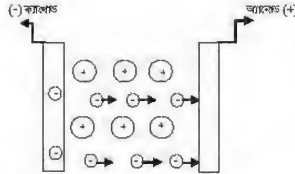
তোমরা কপাল তাল, অ্যালুমিনিয়াম কয়েল, অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি দরজা-জানালা, চোহা, জিংক ধাতুর ঘণেশমুদ্রা চেউটিন, বিভিন্ন ধরনের কেঁটা দেখে থাক। এদের পরমাণুগুলো কিছু অন্য কোনো মৌলের সাথে সঞ্চারিত বন্ধন গঠন করে না, অবশ্য নিজেদের মধ্যে দ্বিগুনমণ্ডক বা ত্রিগুনমণ্ডক অবস্থায় থাকে না। স্ব স্ব মৌলের পরমাণুসমূহ একত্রে পারস্পরিক অবস্থান করে। পূর্বেই লক্ষ্য করেছ সকল ধাতুরই শেষ শক্তিস্তরে কম সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে। পর্যায় সারণির একই পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের তুলনায় এই মৌলসমূহের ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস থেকে দূরে থাকার কারণে নিউক্লিয়াসের সাথে ইলেকট্রনের আকর্ষণ বল কম থাকে। তাই ধাতব কেসে এই ইলেকট্রনগুলো পরমাণুর কক্ষপথ থেকে বের হয়ে সমগ্র ধাতবখণ্ডে মুক্তভাবে চলাচল করে। বিমুক্ত ইলেকট্রনগুলো কোনো নির্দিষ্ট পরমাণুর অধীনে থাকে না। বরঞ্চ সমগ্র ধাতব খণ্ডের হয়ে যায়। ইলেকট্রন হারিয়ে ধাতুর পরমাণুগুলো ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়ে এক ত্রিমাত্রিক কেসে অবস্থান করে। এক ইলেকট্রন সাপরে ধাতব আয়নগুলো নিমজ্জিত আছে বলে মনে করা হয়। মুক্ত ইলেকট্রনসমূহ সমস্ত ধাতব খণ্ডে সমস্রবণশীল থাকে। এই সমস্রবণশীল ইলেকট্রনের কারণে ধাতবখণ্ডে উচ্চ তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহিতা, নমনীয়তা, যাতসহতা প্রভৃতি বৈশিষ্ট্যের সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৫.১৭: ধাতব কেসে আয়ন ও ইলেকট্রন

ধাতব পরমাণুসমূহ যে আকর্ষণ বল দ্বারা পরস্পরের সাথে আবদ্ধ থাকে তাকে ধাতব বন্ধন বলে।

ধাতুর বিদ্যুৎ পরিবাহিতার কারণ:



চিত্র ৫.১৮: ধাতব কেসে বিদ্যুৎ পরিবাহিতা

সব ধাতুই বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। ধাতব কেসের অন্ত্যন্তরীণ ইলেকট্রনসমূহ স্বাধীনভাবে চলাচল করে। বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের প্রভাবে বা ধাতব খণ্ডকে ব্যাটারির সাথে যুক্ত করে বর্তনী পূর্ণ করলে ধাতব খণ্ডের মুক্ত ইলেকট্রনসমূহ সহজেই বর্তনীর ঋণাত্মক প্রান্ত থেকে ধনাত্মক প্রান্তের দিকে চলাচল করে এবং এভাবেই বিদ্যুৎ পরিবহন করে। উপরের চিত্রটি তাৎসত্যে লক্ষ্য করলেই তা তোমরা বুঝতে পারবে।

পদার্থবিদ্যা: কিছু পদার্থ যেমন লোহা, অ্যালুমিনিয়াম, জিংক, ধাতব কেঁটাল ছোট চাকনা, দুই পাশ্চ সাপ করা পেন্সিল, রাবার, কাঠের টুকরা, রাবার ব্যাণ্ড ইত্যাদির মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবাহিতা পরীক্ষা কর। প্লাস্টিক পুঠান চিত্র (৫.১৯) অনুসারে- B-এর ঘূর্ণন বিভিন্ন পদার্থ ব্যবহার কর। এদেরকে পরিবাহী ও অপরিবাহী হিসেবে শ্রেণীকরণ কর।



চিত্র ৫.১৯ : বিদ্যুৎ পরিবাহিতার পরীক্ষা।

### অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. যে আকর্ষণ বলের মাধ্যমে অণুতে পরমাণুসমূহ যুক্ত থাকে তাকে কী বলে?

ক. ইলেকট্রন আসক্তি

খ. তড়িৎ ঋণাত্মকতা

গ. রাসায়নিক বন্ধন

ঘ. ড্যানডার ওয়ালস বল

২. নিচের কোন যৌগটি গঠনকালে প্রতিটি পরমাণুই নিয়মের ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে?

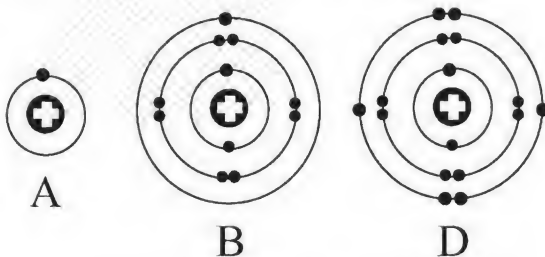
ক. KF

খ. CaS

গ. MgO

ঘ. NaCl

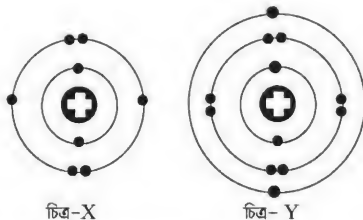
নিচের মৌলগুলোর ইলেকট্রনিক কণ্টামোর আলোকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[এখানে A, B এবং D প্রতীকী অর্থে: প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]



২.



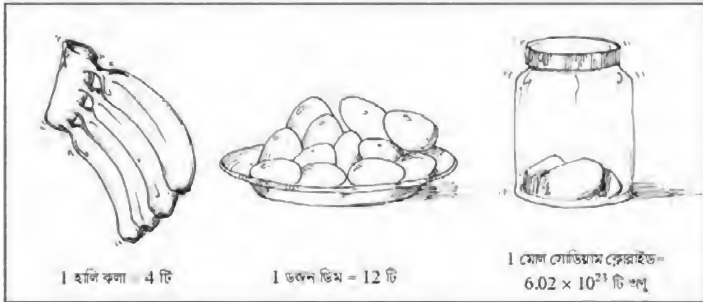
[এখানে X এবং Y প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

- ক. সমযোজী বন্ধন কাকে বলে?
- খ. Na এবং  $\text{Na}^+$  আয়নের আকারের তিনুতা দেখা যায় কেন?
- গ. উদ্দীপকের YX যৌগে কোন ধরনের বন্ধন বিদ্যমান? ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. X অয়নিক ও সমযোজী উভয় ধরনের যৌগ গঠন করলেও Y বন্ধনও সমযোজী বন্ধন গঠন করে না— যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

## ষষ্ঠ অধ্যায়

### মৌলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা

রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করার সময় কী পরিমাণ রাসায়নিক পদার্থ বিক্রিয়ক হিসেবে ব্যবহার করেন, কী পরিমাণ উৎপাদ ও পার্শ্ব উৎপাদ এবং কী পরিমাণে অপচয়োজ্ঞনীয় পদার্থ উৎপন্ন হয় তা রসায়নবিদদের হিসাব করা প্রয়োজন হয়। বিশেষ করে রাসায়নিক শিল্পে আর্থিক বিবেচনায় এই হিসাব অত্যাবশ্যকীয়। এজন্য রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত ও উৎপন্ন পদার্থের অণুর সংখ্যা, অণুতে পরমাণু ও আয়নের সংখ্যা গণনা করতে হয়। অণু, পরমাণু ও আয়ন এত ক্ষুদ্র কণা যে এদেরকে জোড়া, হাতি, ডজন, শত, হাজারে এমনকি কোটিতেও গণনা করা সম্ভব হয় না। রসায়নবিদগণ অণু, পরমাণু ও আয়ন গণনার জন্য একটি বৃহৎ সংখ্যা ব্যবহার করেন। এই সংখ্যার মান  $6.02 \times 10^{23}$ । ইটালিয়ান বিজ্ঞানী অ্যাডেমিও অ্যাভোগাডোর (Amedeo Avogadro) নাম অনুসারে একে অ্যাভোগাডোর সংখ্যা বা অ্যাভোগাডোর ধ্রুবক বলে।  $6.02 \times 10^{23}$  সংখ্যক অণু, পরমাণু বা আয়ন ধারণকারী পদার্থের পরিমাণকে মোল বলে। রসায়নে অণু, পরমাণু, বিক্রিয়ক, উৎপাদ ইত্যাদি হিসাব নিকাশ Stoichiometry নামে পরিচিত।



#### এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- (১) মৌলের ধারণা ব্যবহার করে সরল গাণিতিক হিসাব করতে পারব।
- (২) নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রব পঙ্ক্তি করতে পারব।
- (৩) প্রদত্ত অধা ও উপাদ ব্যবহার করে যৌগে উপস্থিত মৌলের শতকরা সংযুতি নির্ণয় করতে পারব।
- (৪) শতকরা সংযুতি ব্যবহার করে হ্রস্ব সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় করতে পারব।
- (৫) মোল ও যৌগমূলের প্রতীক, সংকেত ও যোজনী ব্যবহার করে রাসায়নিক সমীকরণ লিখতে এবং সমগ্রাণবান করতে পারব।
- (৬) রাসায়নিক সমীকরণের মাত্রিক তালিকা থেকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যা সমাধান করতে পারব।
- (৭) কুন্তের ফেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করতে পারব।
- (৮) নিক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক দ্রব পরিমাপ করতে সক্ষম হব।



### ৬.১ মোল (Mole)

মোল শব্দটি জীববিজ্ঞান ও রসায়নে ভিন্ন অর্থে ব্যবহৃত হয়। জীববিজ্ঞানে মোল ঘরা শোমবিশিষ্ট ক্ষুদ্র প্রাণ এবং রসায়নে মোল শব্দ ঘরা কোনো রাসায়নিক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণকে বুঝানো হয়। মোল হলো রাসায়নিক পদার্থ পরিমাপের একক। যেমন, ডিম বা কলা গণনার জন্য হালি ও ডজন একক ব্যবহার করা হয় একইভাবে রাসায়নিক পদার্থের কথা গণনার জন্য মোল একক ব্যবহার করা হয়। উদাহরণস্বরূপ এক মোল পানি বলতে  $6.02 \times 10^{23}$  সংখ্যক পানির অণুকে বুঝানো হয়। ডিম বা কলায় এক ডজন গণনার মাধ্যমে হিসাব করা সম্ভব হলেও এক মোলকে গণনার মাধ্যমে হিসাব করা সম্ভব নয়। রাসায়নিক পদার্থের এই পরিমাণকে ভর হিসেবে পরিমাপ করা হয়। অর্থাৎ মোলের সাথে ভরের একক গ্রাম অথবা মিলিগ্রাম –এর সম্পর্ক রয়েছে। রাসায়নিক পদার্থের পারমাণবিক ভর (পারমাণুর ক্ষেত্রে) অথবা আণবিক ভরকে (অণুর ক্ষেত্রে) গ্রাম এককে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ পাওয়া যায় তাই সংশ্লিষ্ট পদার্থের এক মোল।

কোনো রাসায়নিক পদার্থের যে পরিমাণে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যক ( $6.02 \times 10^{23}$ ) অণু, পরমাণু বা আয়ন থাকে তাকে পদার্থের মোল বলে। সংখ্যাটি এত বড় যে পৃথিবীর সকল লোক একসাথে গণনা শুরু করলেও তাদের সারা জীবনের গণনার যোগফল এই সংখ্যার সমান হয় না।

কার্বনের পারমাণবিক ভর 12। অর্থাৎ এক মোল কার্বনে  $6.02 \times 10^{23}$  টি পরমাণু থাকে, যার ভর 12 গ্রাম। পানির আণবিক ভর 18। অর্থাৎ এক মোল পানিতে  $6.02 \times 10^{23}$  টি অণু থাকে, যার ভর 18 গ্রাম।

অনুরূপভাবে

$$1 \text{ মোল হাইড্রোজেন পরমাণু} = 1.008 \text{ গ্রাম} = 6.02 \times 10^{23} \text{ টি পরমাণু।}$$

$$1 \text{ মোল অক্সিজেন পরমাণু} = 16 \text{ গ্রাম} = 6.02 \times 10^{23} \text{ টি পরমাণু।}$$

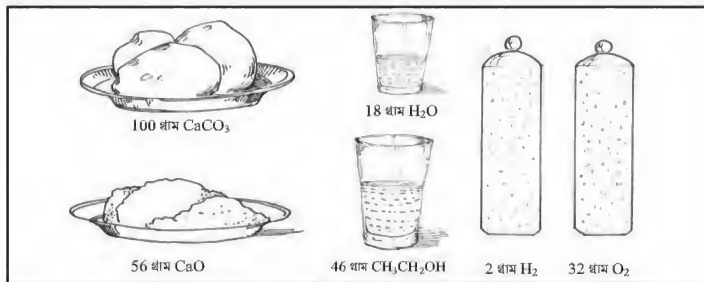
$$1 \text{ মোল অক্সিজেন অণু} = 32 \text{ গ্রাম} = 6.02 \times 10^{23} \text{ টি অণু।}$$

$$1 \text{ মোল কার্বন-ডাই-অক্সাইড} = 44 \text{ গ্রাম} = 6.02 \times 10^{23} \text{ টি অণু।}$$

### ৬.২ মোলার আয়তন

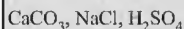
এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে। কঠিন, তরল এবং গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন বিভিন্ন হয়। কঠিন ও তরল পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদার্থের এক মোলের আয়তন বিভিন্ন হয়। কিন্তু প্রমাণ অবস্থায় বিভিন্ন গ্যাসীয় পদার্থের এক মোলের আয়তন সমান হয়। গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন, চাপ ও তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রা বৃদ্ধি অথবা হ্রাস করলে পদার্থের আয়তন যথাক্রমে বৃদ্ধি অথবা হ্রাস পায়। অপরদিকে চাপ বৃদ্ধি করলে গ্যাসের আয়তন হ্রাস পায়। তাপমাত্রা ও চাপ পরিবর্তনে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অত্যধিক পরিমাণে পরিবর্তিত হয়। তাই গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন হিসাব করার সময় চাপ ও তাপমাত্রা উল্লেখ করা প্রয়োজন। তেমনরা এখানে শুধুমাত্র প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন শিখবে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা এবং  $1$  বায়ুমন্ডলীয় চাপকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ বলে। অপরদিকে গ্যাসের অবস্থা ব্যাখ্যার জন্য,  $0^\circ\text{C}$  ও এক বায়ুমন্ডলীয় চাপকে প্রমাণ অবস্থা বলে। প্রমাণ অবস্থায় যে কোনো গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন  $22.4$  লিটার।

1 মোল বা 44 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইডের আয়তন প্রমাণ অবস্থায়  $22.4$  লিটার। একইভাবে 1 মোল বা 32 গ্রাম অক্সিজেনের আয়তন প্রমাণ অবস্থায়  $22.4$  লিটার এবং 1 মোল বা 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তনও প্রমাণ অবস্থায়  $22.4$  লিটার।

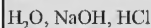


চিত্র ৬.১ : এক মোল পরিমাণ বিভিন্ন পদার্থের আয়তন

**একক কক্ষ:** এক গ্রাম নিম্নলিখিত পদার্থের  
অণুর সংখ্যা হিসাব কর।



**একক কক্ষ:** নিম্নলিখিত পদার্থের প্রতিটি অণুর  
ভর হিসাব কর।



**একক কক্ষ:** এক গ্রাম নিম্নলিখিত গ্যাসীয়  
পদার্থের অণুর সংখ্যা ও প্রমাণ অবস্থায় আয়তন  
হিসাব কর।  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  ও  $\text{H}_2\text{O}$

**একক কক্ষ:** নিম্নলিখিত পদার্থগুলোর এক গ্রামে  
মোট পরমাণুর সংখ্যা হিসাব কর।



### ৬.৩ মোল এক আণবিক সংকেত

আণবিক সংকেত থেকে একটি মৌলের নির্দিষ্ট সংখ্যক পরমাণু অপর মৌলের কতটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয় তা জানা যায়। যেমন,  $\text{CO}_2$  অণু কার্বন ও অক্সিজেনের মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। কার্বনের একটি পরমাণু অক্সিজেনের দুইটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে  $\text{CO}_2$  অণু গঠিত হয়। মৌলের হিসেবে, এক মোল কার্বন পরমাণু দুই মোল অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে এক মোল  $\text{CO}_2$  অণু গঠন করে। কোনো পদার্থে যুক্ত মৌলের ভর থেকে মৌলসংখ্যা হিসাব করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়।

পরীক্ষা করে দেখা গেল, 3 গ্রাম কার্বন 8 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড গঠন করে। গঠিত অণুর আণবিক সংকেত নিম্নরূপে নির্ণয় করা যায় (আণবিক সংকেত ও ছুগ সংকেত অভিন্ন হলে)।

| বিষয়ের নাম  | কার্বন        | অক্সিজেন      | আণবিক সংকেত   |
|--|---------------|---------------|---------------|
| মৌলের পরমাণুর ভর                                   | 3 গ্রাম       | 8 গ্রাম       | $\text{CO}_2$ |
| মৌলসংখ্যা = পরমাণুর ভর/গ্রাম                       | $3/12 = 0.25$ | $8/16 = 0.50$ |               |
| পরিমাপনিক ভর<br>মৌলসংখ্যার অনুপাত (পূর্ণ সংখ্যায়) | 1             | 2             |               |

ছক ৬.১: মৌলের পরিমাণ থেকে আণবিক সংকেত নির্ণয়

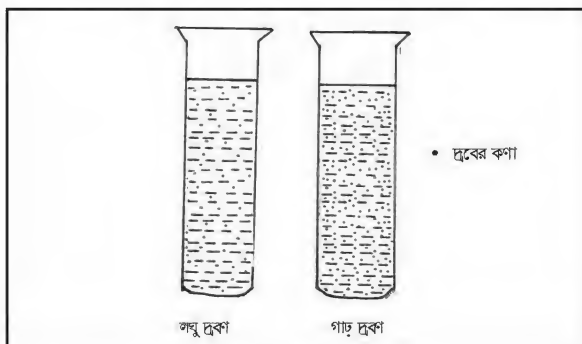
মৌলের ধারণা ব্যবহার করে রাসায়নিক সংকেত থেকে কোনো মৌলের নির্দিষ্ট পরিমাণের সাথে অপর মৌলের কী পরিমাণ যুক্ত হয় তা নির্ণয় করা যায়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ( $\text{HCl}(\text{g})$ ) অণুতে এক মোল হাইড্রোজেন পরমাণু এক মোল ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। অর্থাৎ 1.008 বা 1 গ্রাম হাইড্রোজেন 35.5 গ্রাম ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। কোনো একটি পাত্রে 1 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 85 গ্রাম ক্লোরিন একত্রে রাখলেও উপযুক্ত পরিবেশে 1 গ্রাম হাইড্রোজেন পরমাণু সর্বোচ্চ 35.5 গ্রাম ক্লোরিনের সাথে যুক্ত হবে। অতিরিক্ত ক্লোরিন পাত্র থেকে যাবে।

**স্বাক্ষর:** কোনো একটি পাত্রে 5 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 10 গ্রাম ক্লোরিন রাখা হলো। উপযুক্ত পরিবেশে পাত্রে  $\text{HCl}$  উৎপন্ন হলে পাত্রে কোন উপাদান কী পরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে।

**স্বাক্ষর:** পানির অণুতে যুক্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ যথাক্রমে 3 গ্রাম ও 24 গ্রাম। পানির অণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

### ৬.৪ মোলার দ্রবণ

দ্রব ও দ্রাবক মিশ্রিত করে দ্রবণ পদ্ধতি করা হয়। দ্রবণ পদ্ধতি করার সময় দ্রাবক হিসেবে বিভিন্ন তরল পদার্থ (পানি, অ্যালকোহল, এসিড) ব্যবহার করা যায়। এই অধ্যায়ে দ্রাবক হিসেবে শুধু পানি ব্যবহার করে দ্রবণ পদ্ধতি করা শিখবে। এই দ্রবকে জলীয় দ্রবণ (Aqueous solution) বলে। দ্রাবকের মধ্য দিয়ে পদার্থ দ্রবীভূত করে দ্রবণ পদ্ধতি করা হয় তাকে দ্রব বলে। প্রতি একক আয়তন দ্রবণে বিভিন্ন পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা বিভিন্ন হয়। দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের বিভিন্ন রীতি রয়েছে। মোলারিটি দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের একটি রীতি।



চিত্র ৬.২ : বিভিন্ন ঘনমাত্রার দ্রবণ

এক মোলার দ্রবণের ক্ষেত্রে, এক লিটার দ্রবণ বা এক ডে.মি.<sup>৩</sup> দ্রবণে এক মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে। সেমি মোলার (0.5 মোলার) দ্রবণের প্রতি লিটারে 0.5 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে। এক লিটার দ্রবণে 2 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে 2 মোলার দ্রবণ বলে। দ্রবণের আয়তন ভাগমাত্রার উপর নির্ভরশীল, দ্রবণের মোলারিটিকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয়:

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোলসংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে। একে  $M$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য নিম্নে বর্ণিত ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়।

প্রথমে নির্ধারিত মাপের কাচপাত্র বা অন্য কোনো পাত্র (আধা লিটার, এক লিটার, 2.5 লিটার পানির বোতল) নাও। যে আয়তনের দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে সে আয়তনের পাত্র নাও। প্রতি লিটারে এক মোল হিসাবে নির্ধারিত আয়তনে নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ দ্রবের পরিমাণ গ্রাম-এরকৈ হিসাব করা। হিসাবকৃত দ্রবের পরিমাণকে নিক্তির সাহায্যে মেপে ফ্যানেলের মাধ্যমে নির্ধারিত পাত্রে নাও। ফ্যানেলের গায়ে লেগে থাকা দ্রবকে পাতিত পানি বা বিশুদ্ধ পানি দিয়ে নির্ধারিত পাত্রে হাতাত্তর করে কিছু পরিমাণ পানি দিয়ে ঝাঁকিয়ে দ্রবণ প্রস্তুত কর। অতঃপর পানি দিয়ে দ্রবণের আয়তন নির্ধারিত মাপ পর্যন্ত পূর্ণ করলে নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত হবে। যেমন, আধা লিটার 0.1 মোলার ঘনমাত্রার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য আধা লিটার আয়তনের পাত্রে  $0.1 \times 0.5$  মোল বা  $(0.1 \times 0.5 \times 106)$  গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  নিক্তির সাহায্যে মেপে আধা লিটার পাত্রে দ্রবণ প্রস্তুত করলে আধা লিটার 0.1 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

হিসাব :

1 লিটার আয়তনের 1 মোলার দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন 1 মোল

0.5 লিটার আয়তনের 0.1 মোলার দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন  $0.1 \times 0.5$  মোল

1 মোল = 106 গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

$0.1 \times 0.5$  মোল =  $0.1 \times 0.5 \times 106$  গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 5.3$  গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

কাজ : 2 লিটার 0.1 মোলার বা 0.1 (M) সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট;  $\text{NaHCO}_3$  -এর দ্রবণ প্রস্তুত কর।

### ৬.৫ বোঁগে মৌলের শতকরা সংযুতি

একটি বোঁগে একাধিক মৌল দ্বারা গঠিত। বোঁগের মোট ভরের মধ্যে কোনো নির্দিষ্ট মৌলের শতকরা ভরকে তার সংযুতি বলে। বোঁগে মৌলসমূহের শতকরা সংযুতির সমষ্টি একশত (100) হবে। বোঁগে কোনো মৌলের পরিবর্তে কখনো কখনো একটি নির্দিষ্ট অংশের শতকরা সংযুতি নির্ণয় করা হয়। যেমন, হাইড্রেটেড কপার সালফেট (বুঁতে;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) -এর ক্রোশাস পানির শতকরা সংযুতি নির্ণয় করা হয়। নির্দিষ্ট বোঁগে মৌলের শতকরা সংযুতি নির্দিষ্ট হয়। পানিকে বিধের যে কোনো প্রান্ত থেকেই নেওয়া হোক-না কেন তাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা সংযুতি অভিন্ন হবে। মৌলের বা কোনো নির্দিষ্ট অংশের শতকরা সংযুতি নির্ণয়ের জন্য বোঁগের আণবিক সংকেত লিখে আণবিক আণবিক ভর নির্ণয় করতে হবে। অতঃপর পৃথকভাবে প্রত্যেকটি মৌলের ভর এবং প্রয়োজনে নির্দিষ্ট অংশের ভর নির্ণয় করে বোঁগে মৌলের শতকরা ভর নির্ণয় করা হয়।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ( $\text{HCl}$ ) গ্যাসে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের শতকরা সংযুতি নির্ণয়:

( $H = 1, Cl = 35.5$ )

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত:  $\text{HCl}$  -এর আণবিক আণবিক ভর =  $(1 + 35.5) = 36.5$ ।

বোঁগে হাইড্রোজেনের আণবিক পরমাণবিক ভর = 1 এবং ক্লোরিনের

আণবিক পরমাণবিক ভর = 35.5।

হাইড্রোজেনের সংযুতি =  $1 \times 100 / 36.5\% = 2.74\%$

ক্লোরিনের সংযুতি =  $35.5 \times 100 / 36.5\% = 97.26\%$

ক্রেলাস পানি: ক্রেলাস পানি ক্রেলাস গঠনের জন্য অপরিহার্য কিছু বোঁগের সংকেতের জন্য অপরিহার্য নয়।

হাইড্রেটেড কপার সালফেট (তুঁতে;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) -এর কপার, সালফার, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কেলস পানির শতকরা সংযুতি নির্ণয়: ( $\text{Cu} = 63.5$ ,  $\text{S} = 32$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{H} = 1$ )

হাইড্রেটেড কপার সালফেট বা তুঁতের আণবিক সংকেত =  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

এর আপেক্ষিক আণবিক ভর =  $(63.5 + 32 + 16 \times 9 + 1 \times 10) = 249.5$ ।

যৌগে কপার, সালফার, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কেলস পানির আপেক্ষিক ভর যথাক্রমে 63.5, 32, 144, 10, 90।

কপারের সংযুতি =  $63.5 \times 100 / 249.5 = 25.45\%$

সালফারের সংযুতি =  $32 \times 100 / 249.5 = 12.83\%$

অক্সিজেনের সংযুতি =  $144 \times 100 / 249.5 = 57.72\%$

হাইড্রোজেনের সংযুতি =  $10 \times 100 / 249.5 = 4.00\%$

কেলস পানির সংযুতি =  $\frac{90 \times 100}{249.5} \% = 36.07\%$

চিন্তা কর : উপরে হিসাবকৃত  $\text{HCl}$  -এর মোট শতকরা সংযুতি 100 হলেও  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  এর মোট শতকরা সংযুতি 100 থেকে বেশি কেন?

|  |   |
|--|---|
| কাছ: নিম্নলিখিত যৌগে মৌলসমূহের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর।<br>$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaOH}$ , | কাছ: নিম্নলিখিত যৌগে যৌগমূলকের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর।<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaOH}$ , $\text{NaNO}_3$ |
|--|---|

### ৬.৬ শতকরা সংযুতি থেকে যৌগের হু ল সংকেত নির্ণয়

যে সংকেত দ্বারা অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের অনুপাত প্রকাশ করে তাকে হু ল সংকেত বলে। যেমন, হাইড্রোজেন পারক্সাইডের ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) অণুতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যার অনুপাত 2 : 2 বা 1:1। অর্থাৎ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের হু ল সংকেত  $\text{HO}$ ।

কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর A এবং আপেক্ষিক আণবিক ভর M হলে,

মৌলের সংযুতি =  $n \times A \times 100/M \%$ , এখানে n = যৌগের আণবিক সংকেত-এ মৌলের পরমাণুর সংখ্যা।

একটি নির্দিষ্ট অণুর জন্য M এবং  $100/M$  -এর একটি নির্দিষ্ট মান থাকে। অতএব বিভিন্ন মৌলের শতকরা সংযুতিকে নিছ নিছ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করলে অণুতে পরমাণুর সংখ্যা এর  $100/M$  গুণিতক সংখ্যা পাওয়া যায়। অর্থাৎ অণুতে পরমাণুসমূহের শতকরা সংযুতিকে নিছ নিছ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করে প্রাপ্ত ভাগফলের অনুপাত থেকে হু ল সংকেত নির্ণয় করা হয়। যেহেতু আণবিক সংকেত ( $\text{H}_2\text{O}$ ) এবং আণবিক সংকেতের সরল গুণিতক সংকেত  $(\text{H}_2\text{O})_n$  থেকে প্রাপ্ত মৌলের পরমাণুর শতকরা সংযুতি অভিন্ন হয়, তাই উপরের প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত অনুপাত থেকে নিম্নীত সংকেত অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের অনুপাত প্রকাশ পায়।

কোনো যৌগে অক্সিজেনের সংখ্যিক হাইড্রোজেনের সংখ্যিক ১৬ যৌগের হৃদয় সংকেত নির্ণয় :

| বিষয়   | হাইড্রোজেন; H  | অক্সিজেন; O                  | যৌগের হৃদয় সংকেত |
|---|--|------------------------------|-------------------|
| মৌলের শতকরা সংযুক্তি                          | 1  | 8                            | H <sub>2</sub> O  |
| মৌলের শতকরা সংযুক্তি<br>আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর | $\frac{1}{1} = 1$  | $\frac{8}{16} = \frac{1}{2}$ |                   |
| যৌগে H ও O পরমাণু<br>সংখ্যার অনুপাত           | 1 : 1/2 (পূর্ণ সংখ্যার অনুপাতের<br>জন্য ছোট সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে) |                              |                   |

ছক ৬.২: মৌলের শতকরা সংযুক্তি থেকে হৃদয় সংকেত নির্ণয়

কোনো যৌগে কার্বনের সংখ্যিক হাইড্রোজেনের সংখ্যিক ১২ যৌগের হৃদয় সংকেত নির্ণয়:

| বিষয়                                      | হাইড্রোজেন; H   | কার্বন; C                | যৌগের হুঁল সংকেত |
|--|---|--------------------------|------------------|
| মৌলের শতকরা সংযুতি                         | 8   | 93.1                     | CH               |
| মৌলের শতকরা সংযুতি<br>আপেক্ষিক পরমাণবিক ভর | $\frac{8}{1} = 8$                                       | $\frac{93.1}{12} = 7.75$ |                  |
| যৌগে C ও H পরমাণু<br>সংখ্যার অনুপাত        | 8 : 7.75 পূর্ণ সংখ্যার অনুপাতের<br>জন্য দ্বারা ভাগ করে) |                          |                  |

ছক ৬.৩: মৌলের শতকরা সংযুক্তি থেকে হৃদয় সংকেত নির্ণয়

### ৬.৭ শতকরা সংযুক্তি থেকে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয়

যৌগের আণবিক সংকেত তার হৃদয় সংকেতের যে কোনো সরল গুণিতক। কোনো কোনো যৌগের ক্ষেত্রে হৃদয় সংকেত এবং আণবিক সংকেত অভিন্ন হয়। উপরের যৌগের হৃদয় সংকেত CH এবং তার আণবিক সংকেত (CH)<sub>n</sub>। যৌগের আণবিক ভর জানা থাকলে n -এর মান নির্ণয় করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা হয়। উপরের যৌগের আণবিক ভর ৪ হলে আণবিক সংকেত নির্ণয়:

যৌগের হৃদয় সংকেত = CH

যৌগের আণবিক সংকেত = (CH)<sub>n</sub>

যৌগের আণবিক ভর = (কার্বনের ভর × 1 + হাইড্রোজেনের ভর × 1) × n  
= 12 + 1 × n  
= 13 n

অতএব, 13 n = 4

n = 4

সুতরাং যৌগের আণবিক সংকেত = (CH)<sub>4</sub>

∴ C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>

### ৬.৮ রাসায়নিক বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সমীকরণ

রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে উপস্থাপন করার জন্য রাসায়নিক সমীকরণ ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ সমীকরণ হলো, প্রতীক, সংকেত ও চিহ্ন দ্বারা রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে সংক্ষেপে প্রকাশ। রাসায়নিক সমীকরণ লেখার নিয়মাবলি—

১. রাসায়নিক বিক্রিয়া যে সকল পদার্থ নিয়ে শুরু করা হয় তাদেরকে বিক্রিয়ক (Reactant) এবং যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তাদেরকে উৎপাদ (Product) বলে। রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়কসমূহকে বামপাশে এবং উৎপাদসমূহকে ডানপাশে লিখে মাঝখানে সমান (=) অথবা অ্যরো (→) চিহ্ন দেওয়া হয়।
২. বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক এবং একাধিক উৎপাদ থাকলে তাদেরকে যোগ (+) চিহ্ন দিয়ে লেখা হয়।
৩. সমীকরণের বামপাশের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং ডানপাশের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ তিনু বোঁল হলেও তা অতিমৌলের পরমাণুর সমষ্টি গঠিত হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়া ভরের সত্রক্ষণ নীতি অনুসরণ করে।
৪. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা বোঁলের ডানপাশে প্রথম কণ্ঠনীর মধ্যে লেখা হয়। বোঁলের ভৌত অবস্থা কঠিন (Solid) হলে (s), তরল (Liquid) হলে (l) এবং গ্যাসীয় (Gaseous) হলে (g) লেখা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ হিসেবে কোনো বোঁলের জলীয় দ্রবণ (Aqueous solution) থাকলে (aq) লেখা হয়।

কার্বন বা কয়লাকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে দহন করলে কার্বন (IV) অক্সাইড বা কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। এখানে কার্বন ও অক্সিজেন বিক্রিয়ক এবং কার্বন (IV) অক্সাইড উৎপাদ। বিক্রিয়ক কার্বন কঠিন, অক্সিজেন গ্যাসীয় এবং উৎপাদ কার্বন (IV) অক্সাইড গ্যাসীয় পদার্থ। বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :



কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন (IV) অক্সাইড গ্যাস এবং পানি উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ:



### ৬.৯ রাসায়নিক সমীকরণের সমতািকরণ

রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সঠিকভাবে বুঝে রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ ভরের সত্রক্ষণমূল্য মেনে চলে। তাই বিক্রিয়ার সমীকরণে বিক্রিয়ক পদার্থের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং উৎপন্ন পদার্থের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা পরস্পর সমান থাকে। বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সংকেতের সাথে প্রয়োজনীয় সংখ্যা (2, 3, 4 ইত্যাদি) দ্বারা গুণন করতে হয়। রাসায়নিক সমীকরণকে সমতা করার জন্য নির্দিষ্ট কোনো নিয়ম না থাকলেও কিছু কৌশল অবলম্বন করা হয়।

১. বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সঠিক সংকেত ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখা।
২. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ মৌলিক পদার্থ হলে অর্থাৎ সংকেত একাধিক মৌলের পরমাণু থাকলে বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদ অথবা উভয়ের সাথে বিভিন্ন সংখ্যা গুণন করে সমতা করা।
৩. অত্যন্ত মৌলিক বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা।

৪. বিক্রিয়ার সমতাকরণে বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সাথে সাধারণত পূর্ণ সত্য্য গুণক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ম্যাগনেসিয়াম ধাতু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



এই বিক্রিয়া সমতাকরণে প্রথমে ক্লোরিন পরমাণু সংখ্যা সমতার জন্য বিক্রিয়ক HCl -এর সাথে ২ ঘারা গুণন করা হয়। এতে অন্যান্য মৌলের পরমাণু সমান হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ:



অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন করে।



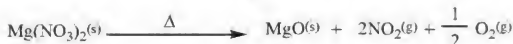
অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ  $\text{AlCl}_3$  -এর সাথে ২ ঘারা, ক্লোরিনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl -এর সাথে ৬ ঘারা এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ  $\text{H}_2\text{O}$  এর সাথে ৩ ঘারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ:



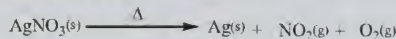
ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



বিক্রিয়ার সমীকরণে নাইট্রোজেন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ  $\text{NO}_2$  -এর সাথে ২ ঘারা এবং অক্সিজেন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ  $\text{O}_2$  -এর সাথে  $\frac{1}{2}$  ঘারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ:



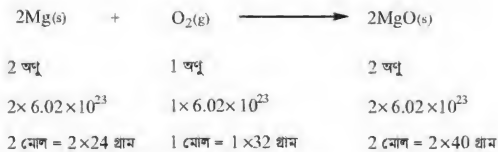
কাঙ্ক্ষ : নিম্নের সমীকরণগুলো সমতা করা।



### ৬.১০ মোল ও রাসায়নিক সমীকরণ

নির্দিষ্ট পরিমাণ একটি বিক্রিয়ক অপর একটি বিক্রিয়কের নির্দিষ্ট পরিমাণের সাথে বিক্রিয়া করে। একইভাবে নির্দিষ্ট পরিমাণ বিক্রিয়ক থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যায়। রসায়নের যে শাখায় বিক্রিয়াকৃত বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণের হিসাব করা হয় তাকে *Stoichiometry* বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ থেকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের অণুর সংখ্যা, মোল সংখ্যা এবং ভরের হিসাব করা যায়।





উপরের বিক্রিয়ায় 2 অণু ম্যাগনেসিয়াম এক অণু অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 অণু ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে। মোলের হিসাবে বলা যায়, 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম এক মোল অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে।

একটি বিক্রিয়কের ভর থেকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী অপর বিক্রিয়কের ভর নির্ণয়: (5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু কত গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে?)

উপরের সমীকরণ অনুসারে,

$$\begin{aligned}
 &48 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে } 32 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে} \\
 &5 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে } \frac{32 \times 5}{48} \text{ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে} \\
 &= 3.33 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে।}
 \end{aligned}$$

একটি বিক্রিয়কের ভর থেকে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদের ভর নির্ণয়: (2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে কত গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়?)

বিক্রিয়ার সমীকরণ অনুসারে,

$$\begin{aligned}
 &48 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় } 80 \text{ গ্রাম} \\
 &2 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় } \frac{80 \times 2}{48} \text{ গ্রাম} \\
 &= 3.33 \text{ গ্রাম}
 \end{aligned}$$

তবে শর্ত থাকে যে, 2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ অক্সিজেন সরবরাহ করতে হবে।

উৎপন্ন উৎপাদের ভর থেকে একটি বিক্রিয়কের ভর নির্ণয়: (10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে কত গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন?)

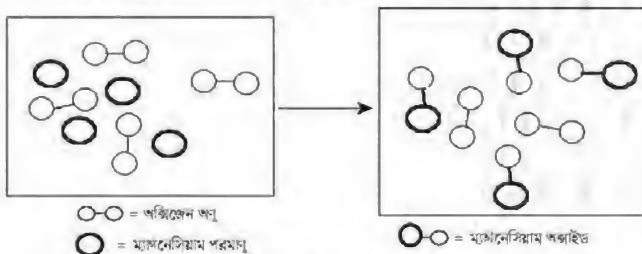
বিক্রিয়ার সমীকরণ অনুসারে,

$$\begin{aligned}
 &80 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে অক্সিজেন প্রয়োজন } 32 \text{ গ্রাম} \\
 &10 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে অক্সিজেন প্রয়োজন } \frac{32 \times 10}{80} \text{ গ্রাম} \\
 &= 4 \text{ গ্রাম}
 \end{aligned}$$

তবে শর্ত থাকে যে, 4 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম ধাতু সরবরাহ করতে হবে।

### ৬.১১ লিমিটিং বিক্রিয়ক (Limiting Reactant)

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক থাকলে, বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক মেপে সরবরাহ করার সময় উভয়/সকল বিক্রিয়ককে প্রয়োজন অনুসারে সরবরাহ করা সম্ভব হয় না। উপরের বিক্রিয়ায় 2 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 1 অণু অক্সিজেন গ্যাস প্রয়োজন। একইভাবে 4 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 2 অণু অক্সিজেন গ্যাস প্রয়োজন। কিন্তু বিক্রিয়ায় 4 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 4 অণু অক্সিজেন গ্যাস সরবরাহ করলে বিক্রিয়া শেষে 2 অণু অক্সিজেন গ্যাস অবশিষ্ট থাকবে। এই অবস্থায় ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। অর্থাৎ বিক্রিয়ার সময় একাধিক বিক্রিয়কের মধ্যে যে বিক্রিয়ক অবশিষ্ট থাকে না তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদের পরিমাণ হিসাব করার সময় লিমিটিং বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে হিসাব করা হয়।



(এখানে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু লিমিটিং বিক্রিয়ক)

চিত্র ৬.১১ : লিমিটিং বিক্রিয়কের ধারণা

### ৬.১২ উৎপাদের শতকরা পরিমাণ (Percentage of Yield)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় যে সকল বিক্রিয়ক ব্যবহার করা হয় তাহা 100% বিশুদ্ধ থাকে না। সবচেয়ে বিশুদ্ধ রাসায়নিক পদার্থকে অ্যানালার (Analar) বা অ্যানালার গ্রেড পদার্থ বলে। অ্যানালার রাসায়নিক পদার্থসমূহ প্রায় 99% বিশুদ্ধ হয়, এদেরকে গবেষণার সময় বিশুদ্ধতায় কাজে ব্যবহার করা হয়। রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা তার প্রভৃতি ৬ বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। বিক্রিয়কসমূহ 100% বিশুদ্ধ না হওয়ায় উৎপাদের পরিমাণ লিমিটিং বিক্রিয়ক থেকে হিসাবকৃত পরিমাণ থেকে কম হয়। কী পরিমাণ উৎপাদ কম পাওয়া যায় তা উৎপাদের শতকরা পরিমাণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

$$\text{উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{\text{বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত উৎপাদের পরিমাণ} \times 100}{\text{বিক্রিয়া থেকে হিসাবকৃত উৎপাদের পরিমাণ}}$$

উদাহরণ : 2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু পর্যাপ্ত পরিমাণ অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 3.25 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসাব করা।

বিক্রিয়ায় ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) উৎপন্ন হয় 3.25 গ্রাম। সমীকরণ অনুসারে MgO উৎপন্ন হওয়ার কথা 3.33 গ্রাম (৮০ পৃষ্ঠা দেখা)।

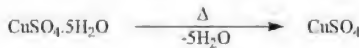
$$\text{অতএব, উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{3.25}{3.33} \times 100\% = 97.6\%$$

যদি: ৪০ গ্রাম  $\text{CaCO}_3$  কে জ্বপ দিয়ে ৩৭ গ্রাম  $\text{CaO}$  পাওয়া যায়। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসাব কর।

### ৬.১৩ তুঁতে বোলাস পানির শতকরা পরিমাণ বা শতকরা সংযুতি নির্ণয়

**প্রয়োজনীয় উপকরণ:** তুঁতে, ডেসিকেটর, নিক্সি, সিরামিক (পোগেসিলিন) বাটি, তারজালি, ত্রিদেশী স্ট্যান্ড, ক্লসিকা, টেজ, ও বার্শল/শ্রিটি ল্যাম্প।

**মূলনীতি:** তুঁতে (ত্রু-ভিট্রিয়াল:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), কপার সালফেট ও পাঁচ জুঁ পানির সমন্বয়ে গঠিত। পানিবদ্ধ সংস্কারকার (দানাদার) কপার সালফেটের ক' নীল। পানিবিহীন (Anhydrous) কপার সালফেটের ( $\text{CuSO}_4$ ) ক' সাদা। নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে পানি বাষ্পীভূত হয় এবং সাদা বর্ণের কপার সালফেটে পরিণত হয়। তুল দেওয়ার পূর্বে ও পরে কপার সালফেটের ভর পরিমাপ করে উত্তপ্ত হারনের পানির ভর নির্ণয় করে তুঁতের বোলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।



নীল বর্ণ

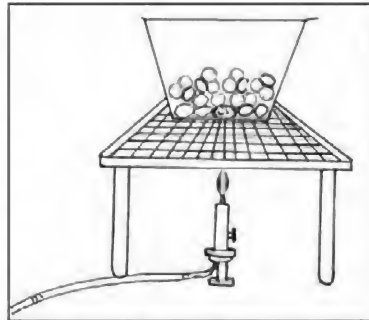
সাদা বর্ণ

১ মোল = ২৪৭.৫ গ্রাম

১ মোল = ১৫৯.৫ গ্রাম

তত্ত্বীয়ভাবে ১ মোল (২৪৭.৫ গ্রাম) পানিবদ্ধ নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে ৭০ গ্রাম পানি অপসারিত হয়ে ১৫৯.৫ গ্রাম পানিবিহীন সাদা বর্ণের কপার সালফেট উৎপন্ন হয়।

**স্বল্পের ধারা:** নিক্সির সাহায্যে আনুমানিক ৫ থেকে ৭ গ্রাম  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  কে পোগেসিলিন বাটিতে মেপে নিয়ে ত্রিদেশী স্ট্যান্ডের উপরে রেখে তাপ দাও। কপার সালফেট সাদা না হওয়া পর্যন্ত তাপ দাও। কপার সালফেটের বর্ণ সাদা হওয়ার পর তাপ দেওয়া বন্ধ কর। অতঃপর পোগেসিলিন বাটিকে ডেসিকেটরে শীতল করে দ্রুত তার ভর নির্ণয় কর। ভর দ্রুত নির্ণয় না করলে তাপ অপসারণ করার পর পুনরায় পানি শোষণ করে কপার সালফেট নীল বর্ণে পরিণত হয়।



চিত্র ৬.১৩ : তুঁতে থেকে বোলাস পানি অপসারণ

হিসাব: পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = a গ্রাম

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  সহ পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = b গ্রাম

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  -এর ভর = (b-a) গ্রাম

তাপ দেওয়ার পর  $\text{CuSO}_4$  সহ পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = c গ্রাম

$\text{CuSO}_4$  -এর ভর = (c-a) গ্রাম

উষ্ণাপে অপসারিত পানির ভর = (b-a) - (c-a) গ্রাম

= (b-c) গ্রাম

(b-a) গ্রাম  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  -এর সাথে যুক্ত ক্রোমাস পানির ভর = (b-c) গ্রাম

100 গ্রাম  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  -এর সাথে যুক্ত ক্রোমাস পানির ভর =  $\frac{(b-c) \times 100}{(b-a)}$  গ্রাম

কপার সালফেট বিবাস্ত পদার্থ।  
ইহা ব্যবহারের পর সাবান দিয়ে  
ভালোভাবে হাত পরিষ্কার করবে।

কাজ: তোমরা পরীক্ষায় উৎপন্ন পানিবিহীন কপার সালফেটে কয়েক ফোঁটা পানি যোগ করে পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ ও পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর।

### অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. প্রমাণ অবস্থায় 2 গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত?

ক. 2.24 L      খ. 11.2 L

গ. 22.4 L      ঘ. 44.8 L

২. নিচের কোনটি ক্যালসিয়াম ফসফেটের সংকেত?

ক.  $\text{CaPO}_4$  খ.  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$

গ.  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$  ঘ.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

5 গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসকে 75 গ্রাম ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে চালনা করা হলো।

৩. উদ্দীপকে ব্যবহৃত ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা কতটি?

ক.  $1.27 \times 10^{24}$  খ.  $2.54 \times 10^{24}$

গ.  $6.02 \times 10^{23}$  ঘ.  $6.36 \times 10^{23}$

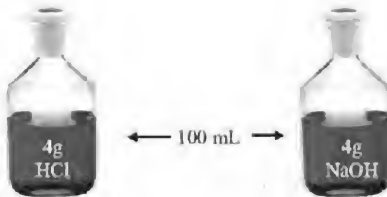
৪. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় অবশিষ্ট থাকে—

ক. 1.44 মোল  $\text{H}_2$  খ. 1.44 মোল  $\text{Cl}_2$

গ. 2.89 মোল  $\text{H}_2$  ঘ. 2.89 মোল  $\text{Cl}_2$

**সুপ্রদর্শনী প্রশ্ন:**

১.



ক. মেল কাকে বলে?

খ. নাইট্রোজেন পরমাণুর যোজনী ও যোজ্যতা ইলেকট্রন ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের দু'কাঁচকে একত্রে মিশ্রিত করলে যে লবণ পাওয়া যায় তার সংযুক্তি নির্ণয় করে দেখাও।

ঘ. উদ্দীপকের দু'কাঁচের ঘনমাত্রা সমান হবে কিনা তার গাণিতিক যুক্তি দাও।

২. 10 গ্রাম  $\text{CaCO}_3$  প্রভু ত বরার লকে 4.4 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইড ও 5 গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত করা হলো। বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদ পাওয়া গেল না।
- ক. রাসায়নিক সমীকরণ কাকে বলে?
- খ. কার্বন ডাইঅক্সাইডের মোলার আয়তন ব্যাখ্যা কর।
- গ. বিক্রিয়ায় কত মোল কার্বন ডাই অক্সাইড ব্যবহার করা হয়েছিল তা নিরূপণ করে দেখাও।
- ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদের পরিমাণ কম হওয়ার যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও।

## সপ্তম অধ্যায়

# রাসায়নিক বিক্রিয়া

পরিবেশে যে সকল উপাদান রয়েছে তা স্থিতিশীল পরিবর্তিত হচ্ছে। বিভিন্ন ধরনের পরিবর্তন আছে। কোনোটি দ্রুত পরিবর্তন এবং কোনোটি রাসায়নিক পরিবর্তন। সকল পরিবর্তনের কোনো না কোনো প্রভাব রয়েছে। বিশেষ করে রাসায়নিক পরিবর্তনের উপকারী ও ক্ষতিকর উভয় নিক রয়েছে। তাই রাসায়নিক পরিবর্তনের প্রভাব সম্পর্কে আমাদের সম্যক জ্ঞান থাকা আবশ্যিক। এই অধ্যায় পাঠ করে বিভিন্ন ধরনের পরিবর্তন এবং তার প্রভাব সম্পর্কে জানতে পারবে।



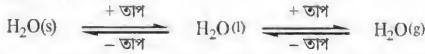
বিভিন্ন রাসায়নিক পরিবর্তন

### এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

- (১) দ্রুত পরিবর্তন ও রাসায়নিক বিক্রিয়ার পার্থক্য করতে পারব।
- (২) পদার্থের পরিবর্তনকে বিশ্লেষণ করে রাসায়নিক বিক্রিয়া শনাক্ত করতে পারব।
- (৩) রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রমাণস্বরূপ রঙের পরিবর্তন, গন্ধের পরিবর্তন, তাপ উৎপাদন/তাপ গ্রহণ করা এবং বিক্রিয়ার প্রকার শনাক্ত করতে পারব।
- (৪) রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উপস্থিত পদার্থের পরিমাণকে গা-শাঠে গিয়াতের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৫) পরিবর্তন বিশ্লেষণ করে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার প্রকার শনাক্ত করতে পারব।
- (৬) কত যে বিভিন্ন ক্ষেত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) কত যে ক্ষেত্রে সংঘটিত ক্ষতিকর বিক্রিয়াসমূহ নিয়ন্ত্রণ বা রোধের উপায় নির্ধারণ করতে পারব (গোহার তৈরি জিনিসের মরিচাপড়া রোধের কথামত উপায় নির্ধারণ করতে পারব)।
- (৮) রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার ব্যাখ্যা ও সংশ্লিষ্ট হারের তুলনা করতে পারব।
- (৯) বিভিন্ন পদার্থ ব্যবহার করে বিক্রিয়ার গতিবেগ বা হার পরীক্ষা ও তুলনা করতে পারব।
- (১০) দৈনন্দিন জীবনে প্রযুক্তি, বায়োটেকনোলজি প্রদর্শন করব।
- (১১) পরীক্ষার সাহায্যে বিক্রিয়ার হারের তুলনা প্রদর্শন করতে পারব।
- (১২) অনু-কার প্রশমন বিক্রিয়া এবং অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া প্রদর্শন করতে পারব।

### ৭.১ পদার্থের পরিবর্তন

পরিবেশে বিদ্যমান পদার্থগুলো বাহ্যিক তাপ, চাপ ও অন্য পদার্থের সংস্পর্শে পরিবর্তিত হয়। একটি রাসায়নিক পদার্থ এক বা একাধিক মৌলের সমন্বয়ে গঠিত। বিশুদ্ধ পদার্থে মৌলসমূহের একটি নির্দিষ্ট শতকরা সংযুতি থাকে। কখনো কখনো পরিবর্তনের সময় মৌলসমূহের শতকরা সংযুতি অপরিবর্তিত রেখে শুধু পদার্থের ভৌত অবস্থার পরিবর্তন হয়। যেমন, বরফকে বায়ুতে মুক্ত অবস্থায় রেখে দিলে পরিবেশ থেকে তাপ শোষণ করে তরল পানিতে পরিণত হয় এবং তরল পানিকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে জলীয়বাষ্প উৎপন্ন হয়। বরফ, তরল পানি এবং জলীয়বাষ্পের রাসায়নিক সংকেত H<sub>2</sub>O। ধ্রুবকটি উপাদানে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা সংযুতি অভিন্ন। পদার্থের এই পরিবর্তনকে ভৌত পরিবর্তন বলে।



একইভাবে মোম ও গালাকে তাপ দিলে এটি গলে তরল অবস্থায় পরিণত হয় এবং তাপ সরিয়ে নিলে দ্রুত কঠিন পদার্থে রূপান্তরিত হয়।

কখনো কখনো একটি পদার্থ বাহ্যিক তাপ, চাপ ও অন্য পদার্থের সংস্পর্শে পরিবর্তনের সময় পদার্থে বিদ্যমান মৌলসমূহের শতকরা সংযুতির পরিবর্তনের মাধ্যমে নতুন পদার্থ উৎপন্ন হয়। নতুন পদার্থটি পূর্ব পদার্থের মৌল ঘারা অথবা কোনো মৌলের বিয়োজনের মাধ্যমে অথবা কোনো মৌল সংযোজনের মাধ্যমে গঠিত হতে পারে। পরিবর্তিত পদার্থের ভৌত অবস্থা পূর্ব-পদার্থ থেকে ভিন্ন বা পূর্ব-পদার্থের অনুরূপ হতে পারে। নতুন মৌলে উপাদান মৌল ভিন্ন হওয়ায় মৌলসমূহের শতকরা সংযুতির পরিবর্তন হয়। যেমন, মোমের প্রধান উপাদান বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। মোম জ্বালালে তার কিছু অংশ শুধু ভৌত পরিবর্তনের মাধ্যমে গলে কঠিন অবস্থায় থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তরিত হয় এবং ঠান্ডা হয়ে পুনরায় কঠিন অবস্থায় পরিণত হয়। একইসাথে মোমের কিছু অংশ অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্প উৎপন্ন করে। অর্থাৎ মোম জ্বালানোর সময় ভৌত পরিবর্তন এবং রাসায়নিক বিক্রিয়া উভয় পরিবর্তন সংঘটিত হয়। মোমকে জ্বালালে হাইড্রোকার্বনের, কার্বন ও হাইড্রোজেন বায়ুর অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্প উৎপন্ন করে। মোম জ্বালালে যেহেতু নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয় তাই এই পরিবর্তন একটি রাসায়নিক পরিবর্তন বা রাসায়নিক বিক্রিয়া। রাসায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের পরমাণুসমূহের মধ্যবর্তী বন্ধন ভেঙে নতুন বন্ধন গঠিত হয়। পরমাণুসমূহের মধ্যবর্তী বন্ধন ভাঙা ও নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় তাপশক্তির পরিবর্তন হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:



প্রাকৃতিক গ্যাস বা মিথেনকে জ্বালালে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্প উৎপন্ন করে। এখানে শুধু রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত হয়।



চূনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট; CaCO<sub>3</sub>) এপিডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl<sub>2</sub>), কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে।



কাজ : উপরের প্রক্রিয়াগুলোতে বিভিন্ন পদার্থে মৌলসমূহের শতকরা সংযুতির আলোকে পরিবর্তন সম্পর্কে মতামত দাও।



ভৌত পরিবর্তনে পরিবর্তিত পদার্থকে সহজে পূর্বের অবস্থায় ফিরিয়ে নেওয়া যায় কিন্তু রাসায়নিক পরিবর্তনে পরিবর্তিত পদার্থকে সম্ভূর্ণরূপে পূর্বের অবস্থায় ফিরিয়ে নেওয়া যায় না।

## ৭.২ রাসায়নিক পরিবর্তন বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ

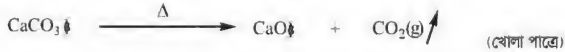
রাসায়নিক বিক্রিয়া যে পদার্থ নিয়ে আরম্ভ করা হয় তাকে বিক্রিয়ক এবং যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাকে উৎপাদ বলে। বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম ভিন্ন হয়। এমনকি তাদের ভৌত অবস্থাও ভিন্ন হতে পারে। বিক্রিয়ক পদার্থ থেকে ইলেকট্রন হানাতরিত হয়ে অথবা বিক্রিয়কের সাথে ইলেকট্রন যুক্ত হয়ে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার সময় বিক্রিয়ক পদার্থ উৎপাদে পরিণত হয়, একইসাথে উৎপন্ন পদার্থ বিক্রিয়কে বৃদ্ধি পায় হতে পারে। পদার্থে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের মধ্যবর্তী বন্ধন ভাঙা এবং নতুন বন্ধন গঠনের মাধ্যমে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়। রাসায়নিক বন্ধন মূলত এক প্রকার শক্তি। বন্ধন ভাঙা এবং নতুন বন্ধন গঠনে শক্তির পরিবর্তন হয়, যা তাপ হিসেবে অনুভূত হয়। তাই রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হয়। কোনো বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয় এবং কোনো বিক্রিয়ায় তাপ শোষিত হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিভাগ করা যায়।

১. বিক্রিয়ার দিক (Direction)
২. বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন (Heat Change)
৩. ইলেকট্রন হানাতরিত (Redox)

### ১. বিক্রিয়ার দিক (Direction of Reaction): বিক্রিয়ার দিকের উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়—

ক. একমুখী বিক্রিয়া (Unidirectional): একমুখী বিক্রিয়ায় শুধু বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থসমূহ উৎপন্ন পদার্থে পরিণত হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন একাধিক উৎপাদের মধ্যে যে কোনো একটি উৎপাদকে বিক্রিয়া মাধ্যম থেকে অপসারণ করা হলে উৎপন্ন পদার্থসমূহ বিক্রিয়া করে বিক্রিয়কে পরিণত হতে পারে না। একমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যে একমুখী তীর চিহ্ন ( $\rightarrow$ ) ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ উপস্থাপন করা হয়।

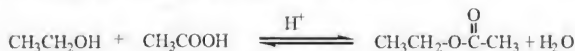
চূনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট;  $\text{CaCO}_3$ ) কে উচ্চতাপে উত্তপ্ত করলে চূনাপাথর বিয়োজিত হয়ে চুন (ক্যালসিয়াম অক্সাইড;  $\text{CaO}$ ) ও কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে। খোলা পাত্রে সংঘটিত এই বিক্রিয়া একমুখী হয়।



বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থ কঠিন ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও গ্যাসীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড। খোলা পাত্রে এই বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হলে গ্যাসীয় উৎপাদ কার্বন ডাইঅক্সাইড বিক্রিয়াপাত্র থেকে অপসারিত হয়। ফলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ( $\text{CaO}$ ) ও কার্বন ডাইঅক্সাইড বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ( $\text{CaCO}_3$ ) উৎপন্ন করতে পারে না; অর্থাৎ বিপরীত বিক্রিয়া সম্পন্ন করে না।

খ. উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible Reaction): উভমুখী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থসমূহ বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়, একইসাথে উৎপন্ন পদার্থসমূহ বিক্রিয়া করে পুনরায় বিক্রিয়কে পরিণত হয়। উভমুখী বিক্রিয়ায় একইসাথে দুটি বিক্রিয়া চলমান থাকে। একটি বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহ বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়। একে সম্মুখমুখী বিক্রিয়া বলে। অপরটি বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থসমূহ বিক্রিয়া করে বিক্রিয়কে পরিণত হয়। একে বিপরীতমুখী বিক্রিয়া বলে। বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে মূল বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থ বিক্রিয়ক হিসেবে ক্রিয়া করে। উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যে উভমুখী তীর চিহ্ন ( $\rightleftharpoons$ ) ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ উপস্থাপন করা হয়।

অজৈব এসিডের ( $H^+$ ) উপস্থিতিতে ইথানল ও জৈব এসিড বিক্রিয়া করে এস্টার উৎপন্ন করে। এটি একটি উভমুখী বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন এস্টার ডেসেণ্ড ইথানল ও জৈব এসিডে পরিণত হয়।



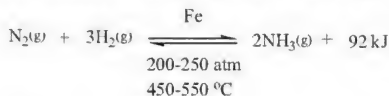
আবার, চুনাপাথরের তাপীয় বিয়োজন বিক্রিয়াটি বন্ধ পাঠে সংঘটিত হলে বিক্রিয়াটি উভমুখী হয়।



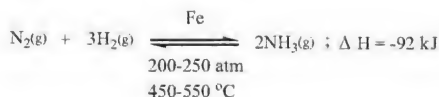
বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থ কঠিন ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও গ্যাসীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড। বন্ধ পাঠে এই বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ( $CaO$ ) ও কার্বন ডাইঅক্সাইড বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ( $CaCO_3$ ) উৎপন্ন করে বিপরীত বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। প্রকৃতগত্রে প্রায় সকল বিক্রিয়াই উপযুক্ত শর্তে উভমুখী হয়। তবে কিছু বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার তুলনায় বিপরীত বিক্রিয়ার পরিমাণ এতই কম থাকে যে বিক্রিয়াকে একমুখী মনে হয়।

২. বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন (Heat Change of Reaction): তাপের পরিবর্তনের উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা—

ক. তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া (Exothermic Reaction): বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদ উৎপন্ন হওয়ার সময় তাপশক্তি উৎপন্ন হলে তাকে তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া বলে। তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার বিক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার সাথে বিক্রিয়া প্রায় ও বিক্রিয়া-দ্রবণ গরম হতে থাকে। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপকে উৎপাদের সাথে যোগ দিয়ে অথবা  $\Delta H$  হিসেবে প্রকাশ করা হয়। তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ায়  $\Delta H$  -এর মান ঋণাত্মক হয়। যেমন— তাপ, চাপ ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন বিক্রিয়া করে দুই মোল অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হওয়ার সময় 92 কিলোজুল তাপ উৎপন্ন হয়।



অথবা,



প্রভাবক : প্রভাবক  
বিক্রিয়ার গতিক  
বৃদ্ধি বা হ্রাস করে।

খ. তাপহারী বিক্রিয়া (Endothermic Reaction): বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদ উৎপন্ন হওয়ার সময় তাপশক্তি শোষিত হলে তাকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে। তাপহারী বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার সাথে বিক্রিয়াগার ও বিক্রিয়া-দ্রবণ শীতল বা ঠাণ্ডা হতে থাকে। এই বিক্রিয়ায়, শোষিত তাপকে উৎপাদের সাথে বিরোধ দিয়ে বা বিক্রিয়কের সাথে যোগ দিয়ে অথবা  $\Delta H$  হিসেবে প্রকাশ করা হয়। তাপহারী বিক্রিয়ায়  $\Delta H$  এর মান ধনাত্মক হয়। যেমন- তাপ, চাপ ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন বিক্রিয়া করে দুই মোল নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হওয়ার সময় 180 কিলোজুল তাপ শোষিত হয়।



অথবা,



অথবা,



[তাপ উৎপাদী এবং তাপহারী বিক্রিয়া সম্পর্কে তোমরা পরবর্তী অধ্যায়ে (অর্কম অধ্যায়; রসায়ন ও শক্তি) বিস্তারিত জানতে পারবে।]

৩. ইলেকট্রন স্থানান্তর (Electron Transition): ইলেকট্রন স্থানান্তর রের উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

ক. রেডক্স (Redox) বিক্রিয়া: রেডক্স (Redox) শব্দটি বিজারণ; Reduction -এর Red এবং জারণ; Oxidation -এর Ox নিয়ে গঠিত। অর্থাৎ রেডক্স (Redox) অর্থ জারণ-বিজারণ। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ইলেকট্রন স্থানান্তর রের মাধ্যমে সংঘটিত হয়। একটি বিক্রিয়ক থেকে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হলে বিক্রিয়কের একাধিক মৌলের মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদান হয়। দুটি বিক্রিয়কের মধ্যে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হলে বিক্রিয়ক দুইটির মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদান হয়। এতে বিক্রিয়কের এক বা একাধিক পরমাণুর জারণ সংখ্যা পরিবর্তন হয়।

জারণ সংখ্যা (Oxidation Number): যৌগ গঠনের সময় কোনো মৌল যত সংখ্যক ইলেকট্রন বর্জন করে ধনাত্মক আয়ন উৎপন্ন করে অথবা যত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়ন উৎপন্ন করে তাকে মৌলের জারণ সংখ্যা বলে। নিরপেক্ষ বা মুক্ত অবস্থায় মৌলের জারণ সংখ্যা শূন্য (0) ধরা হয়। ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হলে মৌলের জারণ সংখ্যাকে ঋণাত্মক জারণ সংখ্যা এবং ইলেকট্রন বর্জন করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হলে মৌলের জারণ সংখ্যাকে ধনাত্মক জারণ সংখ্যা বলে। ধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা সাধারণত ধনাত্মক, অধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক এবং যৌগগুলোর জারণ সংখ্যা তাদের আধান অনুসারে হয়। বিভিন্ন যৌগে একই মৌলের জারণ সংখ্যা বিভিন্ন হতে পারে। যেমন, HCl অণুতে H -এর জারণ সংখ্যা +1 এবং H<sub>2</sub> অণুতে H -এর জারণ সংখ্যা শূন্য (0)। FeSO<sub>4</sub> অণুতে Fe -এর জারণ সংখ্যা +2 এবং মুক্ত Fe ধাতু -এ Fe এর জারণ সংখ্যা 0। একইভাবে HCl অণুতে Cl এর জারণ সংখ্যা -1 এবং Cl<sub>2</sub> অণুতে Cl -এর জারণ সংখ্যা 0।

দক্ষগত কাজ: জারণ সংখ্যা ও যৌগগুলির মধ্যে তুলনা কর।

**জারণ সংখ্যা নির্ণয় (Determination of oxidation number):** মৌলের জারণ সংখ্যা মূলত তার ইলেকট্রন বিন্যাসের সাথে সম্পর্কিত। একটি যৌগে কোনো মৌলের জারণ সংখ্যা, যৌগে বিদ্যমান অন্যান্য মৌলের জারণ সংখ্যার উপর নির্ভরশীল। যৌগে কোনো একটি মৌলের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করার জন্য যৌগে বিদ্যমান অন্যান্য মৌলের প্রমাণ জারণ সংখ্যা (Standard oxidation number) ব্যবহার করা হয়। নিম্নের টেবিলে কিছু মৌলের, আয়নের এবং যৌগের প্রমাণ জারণ সংখ্যা দেওয়া হলো:

| জারণ সংখ্যার নিয়ম  | যৌগের সংকেত  | মৌল ও জারণ সংখ্যা   |
|---|--|---|
| ধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা ধনাত্মক এবং অধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক হয়।   | NaCl   | Na = +1<br>Cl = -1  |
| নিরপেক্ষ পরমাণু বা মুক্ত মৌলের জারণ সংখ্যা শূন্য হয়।   | Fe, H <sub>2</sub>   | Fe = 0<br>H = 0   |
| নিরপেক্ষ যৌগে পরমাণুসমূহের মোট জারণ সংখ্যা শূন্য হয়।   | H <sub>2</sub> O   | H = +1, O = -2<br>মোট = 0   |
| আধানবিশিষ্ট আয়নে পরমাণুসমূহের মোট জারণ সংখ্যা আধান সংখ্যার সমান হয়।   | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = -2<br>NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = +1 |
| ক্ষার ধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা +1 হয়।  | KCl, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | K = +1  |
| মৃৎক্ষার ধাতুসমূহের জারণ সংখ্যা +2 হয়।   | CaO, MgSO <sub>4</sub>   | Ca = +2<br>Mg = +2  |
| ধাতব হ্যালাইডে হ্যালাজেনের জারণ সংখ্যা -1 হয়।  | MgCl <sub>2</sub> , LiCl   | Cl = -1   |
| অধিকাংশ যৌগে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা +1 কিন্তু ধাতব হাইড্রাইডে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা -1।  | NH <sub>3</sub> , LiAlH <sub>4</sub>   | H = +1<br>H = -1  |
| অধিকাংশ যৌগে (অক্সাইডে) অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -2 কিন্তু পারঅক্সাইডে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1 এবং সুপারঅক্সাইডে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা - $\frac{1}{2}$ । | K <sub>2</sub> O, CaO<br>K <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>NaO <sub>2</sub> , KO <sub>2</sub> | O = -2<br>O = -1<br>O = - $\frac{1}{2}$                                 |

ছক ৭.১: বিভিন্ন যৌগে পরমাণুর জারণ সংখ্যা

\* ফ্লোরিন ব্যতীত অন্যান্য হ্যালাজেনের জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল হয়।

KMnO<sub>4</sub> এ Mn -এর জারণ সংখ্যা নির্ণয়:

Mn -এর জারণ সংখ্যা = x (ধরে), K -এর জারণ সংখ্যা = +1 এবং O -এর জারণ সংখ্যা = -2।

যেহেতু KMnO<sub>4</sub> নিরপেক্ষ অণু, অতএব পরমাণুসমূহের মোট জারণ সংখ্যা শূন্য হয়।

সুতরাং (+1) + x + (-2) × 4 = 0

$$+1 + x - 8 = 0$$

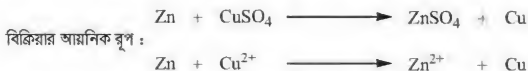
$$x - 7 = 0$$

$$x = 7, \text{ অর্থাৎ KMnO}_4 \text{ এ Mn -এর জারণ সংখ্যা} = +7$$

কাজ : যৌগ বা আয়নসমূহের নিম্ন দাপাঙ্কিত মৌলের জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর:

MnO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CuSO<sub>4</sub>, NaOH

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সময় সাধারণত একটি বিক্রিয়ক ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং অপর বিক্রিয়ক ইলেকট্রন বর্জন করে। যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে জারক (Oxidant) এবং যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন বর্জন করে তাকে বিজারক (Reductant) বলে। ধাতব জিংকে (দস্তা) কপার সালফেটের সাথে বিক্রিয়া করে জিংকে সালফেট ও কপার ধাতু উৎপন্ন হয়। এটি একটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার দুটি অংশ- জারণ ও বিজারণ থাকে।



১. জারণ (Oxidation): আধুনিক বা ইলেকট্রনীয় ধারণায়, জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সময় বিক্রিয়ক থেকে ইলেকট্রন বর্জন বা অপসারণ প্রক্রিয়াকে জারণ বলে। উপরের বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কে Zn -এর জারণ সংখ্যা শূন্য (0) এবং উৎপাদ ZnSO<sub>4</sub> এ Zn -এর জারণ সংখ্যা +2। অর্থাৎ বিক্রিয়ায় Zn দুটি ইলেকট্রন অপসারণ করে জারিত হয় এবং ZnSO<sub>4</sub> -এ পরিণত হয়। বিক্রিয়ার জারণ অংশকে নিম্নের সমীকরণের সাহায্যে উপস্থাপন করা হয়।



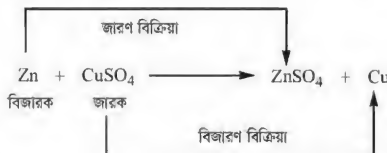
সনাতন ধারণায়, কোনো বিক্রিয়ার অক্সিডেন অথবা তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল বা মূলক যুক্ত হওয়াকে বা হাইড্রোজেন অথবা তড়িৎ ধনাত্মক মৌল বা মূলকের অপসারিত হওয়াকে জারণ বলে।

২. বিজারণ (Reduction): আধুনিক বা ইলেকট্রনীয় ধারণায়, জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সময় বিক্রিয়ক কর্তৃক ইলেকট্রন গ্রহণ প্রক্রিয়াকে বিজারণ বলে। উপরের বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক CuSO<sub>4</sub> এ Cu -এর জারণ সংখ্যা +2 এবং উৎপাদে Cu -এর জারণ সংখ্যা শূন্য (0)। অর্থাৎ বিক্রিয়ায় CuSO<sub>4</sub> দুটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয় এবং Cu -এ পরিণত হয়। বিক্রিয়ার বিজারণ অংশকে নিম্নের সমীকরণের সাহায্যে উপস্থাপন করা হয়।



সনাতন ধারণায়, কোনো বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন অথবা তড়িৎ ধনাত্মক মৌল বা মূলক যুক্ত হওয়াকে বা অক্সিডেন অথবা তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল বা মূলকের অপসারিত হওয়াকে বিজারণ বলে।

বিক্রিয়ায় CuSO<sub>4</sub> দুটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয় এবং Zn কে জারিত করে; অর্থাৎ CuSO<sub>4</sub> এই বিক্রিয়ায় জারক পদার্থ। অন্যভাবে Zn দুটি ইলেকট্রন প্রদান করে জারিত হয় এবং CuSO<sub>4</sub> কে বিজারিত করে; অর্থাৎ Zn এই বিক্রিয়ায় বিজারক পদার্থ। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায়, জারক পদার্থ যখন বিজারক থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়, একইসাথে বিজারক পদার্থ জারককে ইলেকট্রন প্রদান করে জারিত হয়। অর্থাৎ জারণ ও বিজারণ একইসাথে ঘটে।



উপরের বর্ণনায় জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া বলা হলেও যেহেতু জারণ বা বিজারণ একটি পূর্ণাঙ্গ বিক্রিয়ার অর্ধাংশ। তাই জারণ বিক্রিয়াকে জারণ অর্ধ এবং বিজারণ বিক্রিয়াকে বিজারণ অর্ধ বিক্রিয়া বলা শ্রেয়।

ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে সঞ্চিত সর্বস্ব বিক্রিয়াই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার অন্তর্ভুক্ত। ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে সঞ্চিত বিক্রিয়াসমূহ:

১. সংযোজন বিক্রিয়া (Addition Reaction)
২. বিয়োজন বিক্রিয়া (Decomposition Reaction)
৩. প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution Reaction)
৪. দহন বিক্রিয়া (Combustion Reaction)

১. **সংযোজন বিক্রিয়া (Addition Reaction):** দুই বা ততোধিক যৌগ বা মৌল যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়ার নাম সংযোজন বিক্রিয়া। আয়রন (II) ক্লোরাইড ফেরিনের সাথে বিক্রিয়া করে আয়রন (III) ক্লোরাইড উৎপন্ন করে (সনাতন পদ্ধতিতে কোনো যৌগের সাথে ফেরিনের বা ঋণাত্মক অংশের সংযোগকে জারণ বলা হয়)।



হাইড্রোজেন গ্যাস ক্লোরিন গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেনক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।

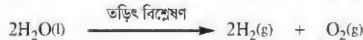


সংযোজন বিক্রিয়ায় দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থ যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ উৎপন্ন হলে, একে সংশ্লেষণ (Synthesis) বিক্রিয়া বলে।

২. **বিয়োজন বিক্রিয়া (Decomposition Reaction):** কোনো যৌগকে তেওঁ একাধিক যৌগ বা মৌলে পরিণত করার প্রক্রিয়ার নাম বিয়োজন বিক্রিয়া। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডকে তাপে উত্তপ্ত করলে ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড ও ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। এটি একটি উত্তমুখী বিক্রিয়া (সনাতন পদ্ধতিতে কোনো যৌগ থেকে ক্লোরিন বা ঋণাত্মক অংশের অপসারণকে বিজারণ বলা হয়)।



পানিতে তড়িৎ চালনা করলে পানি বিয়োজিত হয়ে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। একে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে।



৩. **প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution or Displacement Reaction):** কোনো যৌগের একটি মৌল বা যৌগমূলক অপর কোনো মৌল বা যৌগমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন করে নতুন যৌগ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়ার নাম প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। সাধারণত অধিক সক্রিয় মৌল বা মূলক দ্বারা কম সক্রিয় মৌল বা মূলক প্রতিস্থাপিত হয়। জিংক সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক সালফেট ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ায় অধিক-সক্রিয় জিংক ধাতু কম-সক্রিয় হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপন করে (সক্রিয়তার তুলনার জন্য খনিজসম্পদ (ধাতু-অধাতু) অধ্যায় দেখ, সনাতন পদ্ধতিতে কোনো যৌগ থেকে হাইড্রোজেন বা ধনাত্মক অংশের অপসারণকে জারণ বলা হয়)।



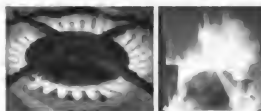
সোডিয়াম ধাতু কপার সালফেটের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সালফেট ও ধাতব কপার উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ধাতু কপার সালফেট থেকে কপার ধাতুকে প্রতিস্থাপন করে।



**৪. দহন বিক্রিয়া (Combustion Reaction):** কোনো মৌলকে বা যৌগকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পুড়িয়ে তার উত্পাদন মৌলের অক্সাইডে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে দহন বিক্রিয়া বলে। দহন বিক্রিয়ায় সঙ্গারাত তাপ উৎপন্ন হয়। মিথেন গ্যাস বা প্রাকৃতিক গ্যাসকে পুড়িয়ে বা দহন করে যে তাপ পাওয়া যায় তা রান্না সহ অন্যান্য কাজে ব্যবহার করা হয় (সনাতন পদ্ধতিতে কোনো যৌগের সাথে অক্সিজেন বা ক্ষায়াক অংশের সংযোগকে জরুরা বলা হয়)।



একইভাবে কার্বন, সাগফার, হাইড্রোজেন ও ম্যাগনেসিয়ামকে দহন করলে তাদের অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



চিত্র ৭.১ : জ্বালানির দহন

**কাজ :** ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে উপরের বিক্রিয়াগুলোর জরুরা-বিজরুরা ব্যাখ্যা কর।

**খ. নন-রেডক্স (Non-Redox) বিক্রিয়া:** এক বা একাধিক বিক্রিয়ক থেকে নতুন যৌগ উৎপন্ন হওয়ার সময় বিক্রিয়কে বিনামূল্যে মৌলসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদান না হলে বিক্রিয়াকে নন-রেডক্স বিক্রিয়া বলে। এই বিক্রিয়ায় কোনো বিক্রিয়ক পরমাণুর জরুরা সফরার ক্রাস-বৃদ্ধি ঘটে না। ইলেকট্রন আদান-প্রদান বা স্থানান্তরবিহীন সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ:

১. প্রশমন বিক্রিয়া (Neutralisation Reaction)

২. অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া (Precipitation Reaction)

**১. প্রশমন বিক্রিয়া (Neutralisation Reaction):** এই বিক্রিয়াকে এসিড-ক্ষার বিক্রিয়া বলা হয়। এসিডের জলীয় দ্রবণের কয়েকটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন, এই দ্রবণে ফেনল পিটমাস কাগজ প্রবেশ করালে লাল বর্ণে পরিণত হয়। দ্রবণের pH মান 7-এর কম থাকে। অনুল্লপ্তভাবে ক্ষারের জলীয় দ্রবণের কয়েকটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন, এই দ্রবণে ফেনল পিটমাস কাগজ প্রবেশ করলে নীলবর্ণে পরিণত হয়। দ্রবণের pH মান 7-এর বেশি থাকে। এসিড ও ক্ষারের জলীয় দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।



জলীয় দ্রবণে এসিড ও ক্ষার বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন হওয়ার সময় দ্রবণের pH মান 7-এর নিকটবর্তী হয়। প্রশমন বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হলে pH -এর মান 7 হয়। বিক্রিয়ার সময় এসিড তার এসিড ধর্ম এবং ক্ষারীয় দ্রবণ তার ক্ষারীয় ধর্ম হারিয়ে প্রশমন হতে থাকে। জলীয় দ্রবণে এসিড ও ক্ষার বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করার বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে। সকল প্রশমন বিক্রিয়া তাপ উৎপাদী হয়। হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) জলীয় দ্রবণে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও পানি উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াপাঠ্রে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।



প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়ায় এসিডের হাইড্রোজেন আয়ন ( $H^+$ ) ও ক্লোরের হাইড্রোক্সিল আয়ন ( $OH^-$ ) যুক্ত হয়ে পানি উৎপন্ন করে। সোডিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন ( $Na^+$ ) ও ক্লোরাইড আয়ন ( $Cl^-$ ) হিসেবে থাকে। জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন ( $Na^+$ ) ও ক্লোরাইড আয়ন ( $Cl^-$ ) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এদেরকে দর্শক (Spectator) আয়ন বলে। এ বিক্রিয়ায় কোনো ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে না।



অথবা,



উভয় পক্ষ থেকে দর্শক আয়ন বাদ দিয়ে বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে দেখানো যায়-



২. **অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া (Precipitation Reaction):** একটি নির্দিষ্ট দ্রাবকে দ্রবণীয় দুটি যৌগকে মিশ্রিত করার পর এ দ্রাবকে অদ্রবণীয় বা স্বল্প দ্রবণীয় নতুন যৌগ উৎপন্ন হলে যৌগটি বিক্রিয়াপাত্রের তলদেশে কঠিন পদার্থ হিসেবে জমা হয়। উৎপন্ন নতুন যৌগ দ্রাবকে দ্রবীভূত না হয়ে কঠিন পদার্থ হিসেবে জমা হলে তাকে অধঃক্ষেপ বলে। যে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ অধঃক্ষেপ হিসেবে পাত্রের তলদেশে জমা হয় তাকে অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া বলে। অধঃক্ষেপ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী বিক্রিয়ক দুটি সাধারণত আয়নিক যৌগ হয়। একটি বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ অধঃক্ষেপ হিসেবে জমা হবে কি না তাহা বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত দ্রাবকের উপর নির্ভর করে। কোনো বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ পানি দ্রাবকে অধঃক্ষিপ্ত হলেও অন্য কোনো দ্রাবকে অধঃক্ষিপ্ত না-ও হতে পারে। অধিকংশ রাসায়নিক বিক্রিয়া পানি দ্রাবকে সম্পন্ন করা হয়। তাই উৎপন্ন যৌগের মধ্যে যে কোনো একটি যৌগ পানিতে অদ্রবণীয় হলে বিক্রিয়াটিকে অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া বলে। এ অধ্যায়ে শুধু পানি দ্রাবকে সম্পন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়া আলোচনা করা হবে। রাসায়নিক সমীকরণে অধঃক্ষেপ হিসেবে জমা হওয়া উৎপাদের সামনে প্রথম বক্সনীর মধ্যে s লেখা হয়। অনেক সময় অধঃক্ষেপকে প্রকাশ করার জন্য রাসায়নিক সমীকরণে উৎপাদের সামনে ↓ চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইড ও সিলতার নাইট্রেট জলীয় দ্রবণে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ ও সিলতার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।



অথবা,



প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়ায় সিলতার নাইট্রেটের সিলতার আয়ন ( $Ag^+$ ) ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের ক্লোরাইড আয়ন ( $Cl^-$ ) যুক্ত হয়ে সিলতার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। সোডিয়াম নাইট্রেট জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন ( $Na^+$ ) ও নাইট্রেট আয়ন ( $NO_3^-$ ) হিসেবে থাকে। জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন ( $Na^+$ ) ও নাইট্রেট আয়ন ( $NO_3^-$ ) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এদেরকে দর্শক (Spectator) আয়ন বলে। এ বিক্রিয়ায় কোনো ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে না।

অথবা,



অথবা,







অধিকাংশ ক্ষেত্রে অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া মূলত দ্বি-প্রতিস্থাপন (Double displacement) বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম আয়ন দ্বারা সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়নকে প্রতিস্থাপন করে, একইসাথে সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়ন দ্বারা সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম আয়ন প্রতিস্থাপিত হয়।

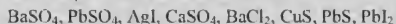
দ্বি-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উভয় যৌগ পানিতে দ্রবণীয় হলে, অধঃক্ষেপণ না হওয়ায় কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় না। সোডিয়াম ক্লোরাইড ও পটাসিয়াম নাইট্রেট জলীয় দ্রবণে দ্বি-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া করে উৎপন্ন সোডিয়াম নাইট্রেটের ও পটাসিয়াম ক্লোরাইড উভয়ই জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। ফলে দ্রবণে সকল আয়ন দর্শক-আয়ন হিসেবে থাকে। অর্থাৎ কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় না।



অথবা,



পানিতে অদ্রবণীয় কয়েকটি যৌগের আণবিক সংকেত:



অধিকাংশ অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া নন-রেডক্স। তবে কখনো কখনো ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে সংঘটিত দ্বি-প্রতিস্থাপন (রেডক্স) বিক্রিয়ায় উৎপন্ন একধিক উৎপাদের মধ্যে যে কোনো একটি উৎপাদকে অধঃক্ষেপ হিসেবে গণ্য করা যায়। এই প্রকৃতির বিক্রিয়া অধঃক্ষেপণের তুলনায় দ্বি-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া নামে অধিক পরিচিত। যেমন, ক্ষারীয় সিলভার নাইট্রেট দ্রবণকে টলেন বিকারক (Tollens reagent) বলে। টলেন বিকারক জলীয় দ্রবণে অ্যালডিহাইড শ্রেণির জৈব যৌগের সাথে বিক্রিয়া করে কঠিন ধাতব সিলভার অধঃক্ষেপ হিসেবে বিক্রিয়াপাত্রের তলদেশে জমা হয়। এই বিক্রিয়ায় সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়ন ( $\text{Ag}^+$ ) একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে এক ধাতব সিলভার হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

জলীয় দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড বা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সিলভার হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন সিলভার হাইড্রক্সাইড বিয়োজিত হয়ে সিলভার অক্সাইড হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়।



সিলভার অক্সাইডে অ্যামোনিয়াম জলীয় দ্রবণ ফেঁটায় ফেঁটায় যৌগ করলে সকল অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে অ্যামোনিয়াম যুক্ত সিলভার হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ বা টলেন বিকারক উৎপন্ন করে।



টলেন বিকারকের সিলভার আয়ন ( $\text{Ag}^+$ ) অ্যালডিহাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয় এবং ধাতব সিলভার হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। একইসাথে অ্যালডিহাইড জারিত হয়ে জৈব এসিডে পরিণত হয়।



কয়েকটি বিশেষ বিক্রিয়া: কিছু রাসায়নিক বিক্রিয়া আছে যা বর্ষিত গ্রেগরিয়াসের অন্তর্গত নয়।

১. আর্দ্রবিশ্লেষণ (Hydrolysis) বিক্রিয়া: পানির অণুতে ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়ন ( $\text{H}^+$ ) ও ঋণাত্মক হাইড্রক্সিল আয়ন ( $\text{OH}^-$ ) থাকে। কোনো যৌগের দুই অংশ পানির বিপরীত আধানবিশিষ্ট দুই অংশের সাথে যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াকে আর্দ্রবিশ্লেষণ বিক্রিয়া বলে। আর্দ্রবিশ্লেষণ বিক্রিয়া, দ্বি-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার অনুরূপ (অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়ার আলোচিত)। তবে এই বিক্রিয়ায় পানি অংশগ্রহণ করার একে পানি বিশ্লেষণ বিক্রিয়া বলে এবং বিক্রিয়ায় কোনো ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে না। অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড উৎপন্ন করে। এখানে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের অ্যালুমিনিয়াম আয়ন ( $\text{Al}^{3+}$ ) পানির হাইড্রক্সিল আয়নের ( $\text{OH}^-$ ) সাথে এবং ক্লোরাইড আয়ন ( $\text{Cl}^-$ ) পানির হাইড্রোজেন আয়নের ( $\text{H}^+$ ) সাথে যুক্ত হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড পানিতে অন্রবণীয়, তাই উৎপাদটি অধঃক্ষেপ হিসেবে বিক্রিয়াপাত্রের তলদেশে জমা হয়।



একইভাবে সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড পানির উপস্থিতিতে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে সিলিকন হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড উৎপন্ন করে।



২. পানিযোজন (Hydration) বিক্রিয়া: আয়নিক যৌগ ক্রিস্টাল (crystal lattice) গঠনের সময় এক বা একাধিকসংখ্যক পানির অণুর সাথে যুক্ত হয়। এই বিক্রিয়াকে পানিযোজন (hydration) বিক্রিয়া বলে। আয়নিক যৌগের সাথে যুক্ত পানিকে ক্রিস্টাল পানি বা হাইড্রেটেড (hydrated) পানি বলে। বিক্রিয়ায় পানির অণু যুক্ত হওয়ার জন্য বিশেষ নামকরণ করা হয়েছে। এই বিক্রিয়া সংযোজন বিক্রিয়ার অনুরূপ, তবে সংযোজন বিক্রিয়ার ন্যায় এই বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন স্থানান্তর ঘটে না।



৩. সমানুকরণ (Isomerisation) বিক্রিয়া: একই আণবিক সংকেতবিশিষ্ট দুটি যৌগের ধর্ম ভিন্ন হলে তাদেরকে পরস্পরের সমানু (Isomer) বলে। যেমন,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  আণবিক সংকেতবিশিষ্ট দুটি যৌগ—



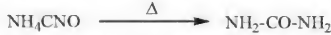
নাম : ইথানল  
ভৌত অবস্থা : তরল  
ক্ষুণ্ণতাপ :  $78^\circ\text{C}$   
দ্রাব্যতা : পানিতে দ্রবণীয়



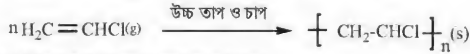
নাম : ডাই মিথাইল ইথার  
ভৌত অবস্থা : গ্যাসীয়  
ক্ষুণ্ণতাপ :  $-24^\circ\text{C}$   
দ্রাব্যতা : পানিতে খুব দ্রবণীয়

ইথানল ও ডাইমিথাইল ইথারের আণবিক সংকেত অভিন্ন কিন্তু তাদের ধর্ম ভিন্ন। ইথানল ও ডাইমিথাইল ইথার পরস্পরের সমানু। কেনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বৌগের পরমাণুসমূহের পুনর্বিন্যাসের মাধ্যমে একটি সমানু থেকে অপর সমানু উৎপন্ন হলে তাকে সমানুকরণ বিক্রিয়া বলে। এই বিক্রিয়ায় একই অণুর মধ্যে পরমাণুসমূহ পুনর্বিন্যস্ত হয়, তাই এখানে ইলেকট্রনের স্থানান্তর সম্ভব নয়।

অ্যামোনিয়াম সায়ানেট ( $\text{NH}_4\text{CNO}$ ) ও ইউরিয়া ( $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$ ) পরস্পরের সমানু। অ্যামোনিয়াম সায়ানেটকে উত্তপ্ত করলে তার সমানু ইউরিয়া উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া সমানুকরণ বিক্রিয়ার উদাহরণ।



৪. পলিমারকরণ (Polymerisation) বিক্রিয়া: উচ্চ তাপ ও চাপের প্রভাবে একই বৌগের অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আণবিক ভরবিশিষ্ট নতুন বৌগের অণু গঠন করে। যে সকল ক্ষুদ্র অণু যুক্ত হয় তাদের প্রত্যেককে মনোমার এবং যে বৃহৎ নতুন অণু উৎপন্ন হয় তাকে পলিমার বলে। যে বিক্রিয়ায় অসংখ্য মনোমার থেকে পলিমার উৎপন্ন হয় তাকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। উচ্চ তাপ ও চাপের প্রভাবে ভিনাইল ক্লোরাইড ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আণবিক ভরবিশিষ্ট নতুন বৌগ পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) গঠন করে।



পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে না।

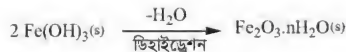
### ৭.৩ বাস্তব ক্ষেত্রে সংঘটিত কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়া

দৈনন্দিন কাজে আমরা যে সকল দ্রব্য ব্যবহার করি প্রকৃতির বিভিন্ন উপাদান তাদের সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করে।

১. আয়রনের (লোহা) তৈরি দ্রব্যকে বায়ুতে মুক্ত অবস্থায় রেখে দিলে অক্সিজেন ও জলীয়বাষ্পের সাথে আয়রন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। আয়রন বায়ুর জলীয়বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে আয়রনের (III) অক্সাইড (মরিচা) উৎপন্ন করে। ফলে ধাতব আয়রন ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। খনিতে প্রাপ্ত এই সসীম সম্পদের ক্ষয় রোধ করা প্রয়োজন। লোহার অক্সাইড ধাতব আয়রন থেকে পৃথক হয়ে পুনরায় ধাতুর পৃষ্ঠ বায়ুর সংস্পর্শে নিয়ে আসে এবং বিক্রিয়া করে আয়রন অক্সাইড (মরিচা) উৎপন্ন করে। মরিচার রাসায়নিক সংকেত  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ । মরিচার প্রতি অণুতে মুক্ত পানির অণুর সংখ্যা অজ্ঞাত। তাই মুক্ত পানির অণুর সংখ্যাকে  $n$  ঘারা প্রকাশ করা হয়।

চিন্তা কর :

১. বর্ষাকালে পাকা বাড়ির ছাদ শিখিল হলে বায়ু পেওয়া হয় কেন?
২. নাবী-দাদীরা সেলাই-সুইকে নারকেল তেল-এর মধ্যে রাখতেন কেন?
৩. কচু খাওয়ার পর গলা চুলকলে তেঁতুল খায় কেন?



২. অয়রনের ন্যায় অ্যালুমিনিয়াম ধাতু বায়ুর অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে যা ধাতব ক্ত থেকে অপসারিত হয় না। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড নিচের স্তরের ধাতব অ্যালুমিনিয়ামকে বায়ুর সংস্পর্শে আসা থেকে রোধ করে।

৩. মৌমাছি পোকের কামড়ের ক্ষতহানে পোকের শরীর থেকে যে বিষ প্রবেশ করে তাতে অস্বাভাবিক উপাদান থাকে। মানুষ পোকের কামড়ের ঝুলাবস্ত্রাণা নিবারণ করার জন্য ক্তহানে চুন ব্যবহার করে। চুন কার্বনমী পদার্থ, এটা অস্বাভাবিক উপাদানের সাথে প্রশমন বিক্রিয়া করে।

৪. রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে আমাদের শরীরে খাদ্য থেকে শক্তি উৎপন্ন হয়। শর্করাছাত্তীয় খাদ্য, স্টার্চ (ভাত, রুটি), চিনি, গ্লুকোজ ইত্যাদি বায়ু থেকে গ্রহণ করা শরীরের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড, পানি ও শক্তি উৎপন্ন করে। মানুষের শরীরের সম্বন্ধিত এই প্রক্রিয়াকে শ্বসন (Respiration) বলে। অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়ার পূর্বে স্টার্চ বিশ্লেষিত হয়ে গ্লুকোজ এবং চিনি বিশ্লেষিত হয়ে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজে পরিণত হয়।



৫. মানবদেহের বিপাক ক্রিয়ায় যে সর্বশক্তিমান পাকস্থলিতে অতিরিক্ত হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) গ্যাস উৎপন্ন হয় তারা ডাক্তারের সঙ্গে অস্বাভাবিক অনুসারে এস্টাসিড-ছাত্তীয় ঔষধ সেবন করেন। এস্টাসিড-ছাত্তীয় ঔষধে ধাতব হাইড্রক্সাইড থাকে যা ক্ষারধর্মী এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) গ্যাস এসিডধর্মী। ক্ষারধর্মী এস্টাসিড এসিডধর্মী হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) গ্যাসকে প্রশমন বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রশমিত করে।



৬. জ্বালানির দহনে কার্বন ডাইঅক্সাইড, পানি ও তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। তবে অক্সিজেনের সরবরাহ কম হলে জ্বালানির অস্বাভাবিক দহনে কার্বন ডাইঅক্সাইড এর পরিবর্তে কার্বন মনোঅক্সাইড বা কার্বন উৎপন্ন হয় যা কালো ধোঁয়া সৃষ্টি করে এবং কম তাপ উৎপন্ন হয়।



### ৭.৪ ক্ষতিকর বিক্রিয়া রোধ করার উপায়

প্রয়োজনীয় উপাদান ও শক্তি উৎপাদনের জন্য রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। বিক্রিয়ায় কোনো কোনো উপাদানের বরফা স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও আর্থিক ক্ষতি সাধিত হয়। এই ক্ষতি রোধ করার জন্য প্রতিকারমূলক ব্যবস্থা নেওয়া প্রয়োজন। পুঙ্খ পুঙ্খ বিক্রিয়ার জন্য প্রতিকারমূলক ব্যবস্থা বিস্তারিত হয়।

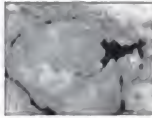
যেমন, বায়ু ও পানির সংস্পর্শে আয়রন বিক্রিয়া করে আয়রন (III) অক্সাইড (মরিচা) উৎপন্ন করে। এতে ধাতব আয়রনের ক্ষয়প্রাপ্ত হয় যা আর্থিক ক্ষতি সাধন করে। আয়রন একটি সীমিত সম্পদ। এই সম্পদের ক্ষতি রোধ করার প্রধান উপায় হলো, ধাতব পরমাণুকে বায়ু ও পানির সংস্পর্শ থেকে দূরে রাখা। এজন্য ধাতব আয়রনের উপর রং-এর প্রলেপ অথবা আয়রনের উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। একটি ধাতুর উপর তির্যক ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে গ্যালভানাইজিং (galvanizing), টিনের প্রলেপ দেওয়াকে টিন প্লেটিং (tin-plating) এবং তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে তড়িৎ প্রতলন (electroplating) বলে। গোহার তৈরি দ্রবের উপর প্রাস্টিকের আবরণ দিয়ে গোহার ক্ষয় রোধ করা হয়। সর্বোচ্চ ধাতু তৈরির মাধ্যমে ধাতু ব্যবহার করেও ধাতুর ক্ষয় রোধ করা যায়।

১. পিচ্ছিলকরক পদার্থ ক্যারবী এবং বালু ( $\text{SiO}_2$ ) অক্সাইড - এদের মতো প্রশমন বিক্রিয়া ঘটে।
২. সোলাই-গ্লাসে বালু এবং তেলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে মরিচা ধরে।
৩. কঠোর ক্যারবী পদার্থ থাকে এক স্ট্রুচার জৈব এমাল থাকে যা ক্যারবী পদার্থকে প্রশমিত করে।

### ৭.৫ বিক্রিয়ার গতিবেগ বা বিক্রিয়ার হার (Rate of Reaction)



লোহার মরিচা  
(ধীর গতিসম্পন্ন বিক্রিয়া)



ম্যাগনেসিয়ামের পতঙ্গন  
(মধ্যম গতিসম্পন্ন বিক্রিয়া)

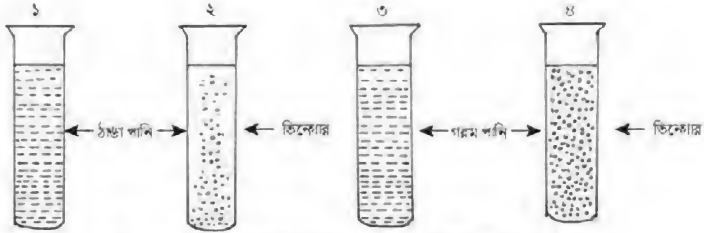


বিস্ফোরণ  
(দ্রুত গতি সম্পন্ন বিক্রিয়া)

চিত্র ৭.২ : বিভিন্ন গতিসম্পন্ন বিক্রিয়া

#### বিক্রিয়ার হার পরীক্ষা:

চারটি টেস্টিটিউব বা স্বচ্ছ কাচের গ্লাস নল এবং তাদেরকে ১, ২, ৩ ও ৪ নম্বর দিয়ে চিহ্নিত কর। প্রতিটি টেস্টিটিউবে সমপরিমাণ আনুমানিক ০.৫ মি.গ্রা, সোডিয়াম কার্বোনেট ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) লবণ কণ্ডুকা সোডা নল। স্বতন্ত্র ১ ও ২ নম্বর টেস্টিটিউবে স্বাভাবিক পানি এবং ৩ ও ৪ নম্বর টেস্টিটিউবে গরম পানি যোগ করে ২ ও ৪ নম্বর টেস্টিটিউবে ১ মি.লি. লেবুর রস (Citric acid) অথবা ভিনেগার (6-10% Acetic acid) মিশ্রিত করে নিম্নলিখিত পরিবর্তনসমূহ পর্যবেক্ষণ কর।



চিত্র ৭.৩ : সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সাথে তিনেকোর বা এসিটিক এসিডের বিক্রিয়া

১. কোন কোন টেস্টটিউবে বুদবুদ করে গ্যাস নির্গত হয়?
২. কোন টেস্টটিউবে অধিক পরিমাণে বুদবুদ করে গ্যাস নির্গত হয়?
৩. কোন টেস্টটিউবে সবচেয়ে কম পরিমাণে বুদবুদ করে গ্যাস নির্গত হয়?
৪. ২ ও ৪ নম্বর টেস্টটিউবের কোনটিতে বেশি পরিমাণে গ্যাস নির্গত হয়?

চিন্তা কর: ২ ও ৪ নম্বর টেস্টটিউবের একটিতে বেশি পরিমাণে গ্যাস নির্গত হয় কেন?

উপরের পরীক্ষা থেকে স্পষ্ট যে একটি নির্দিষ্ট সময়ে (১ মিনিটে/৫ মিনিটে/১০ মিনিটে) সকল টেস্টটিউবে সমপরিমাণ গ্যাস নির্গত হয় না। অর্থাৎ একটি নির্দিষ্ট সময়ে সকল টেস্টটিউবে সমপরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন হয় না অথবা সমপরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

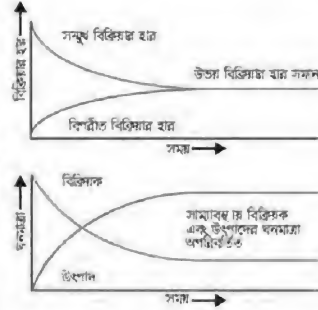


পতি একক সময়ে (পতি সেকেন্ডে/ পতি মিনিটে/পতি ঘণ্টায়) কোনো একটি বিক্রিয়াপাঠে যে পরিমাণ উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় অথবা বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা যে পরিমাণে হ্রাস পায় তাকে **বিক্রিয়ায় হার** বা **পতিবেগ** বলে। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ঘনমাত্রাকে মোল-লিটার<sup>-১</sup> এককে প্রকাশ করা হয় (হট্ট অধ্যায়)। অতএব বিক্রিয়ার হারের একক হবে মোল-লিটার<sup>-১</sup>সময়<sup>-১</sup>।

বিক্রিয়ার হার বা পতিবেগে বিক্রিয়ার তাপমাত্রা, বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা, বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল ও বিক্রিয়া ব্যবহৃত পদার্থবকের উপর নির্ভরশীল। বিক্রিয়ার তাপমাত্রা, বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা ও বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির সাথে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়। পদার্থবক ব্যবহারে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি এবং হ্রাস উভয়ই হতে পারে। বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত পদার্থবকের পৃষ্ঠতলের উপর নির্ভর করে হার বা পতিবেগে বৃদ্ধি অথবা হ্রাস পায়। এমনকি পদার্থবকের পৃষ্ঠতলের উপর নির্ভর করে উৎপাদন কমে যায়।

**শা শাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle) :** কোনো কোনো বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থসমূহ বিক্রিয়া করে পুনরায় বিক্রিয়কে পরিণত হয়। এই বিক্রিয়গুলোকে উভমুখী বিক্রিয়া বলা হয়। উভমুখী বিক্রিয়ার প্রথমিক অবস্থায় বিক্রিয়কসমূহ উৎপাদে পরিণত হয়। কিছু সময় পর যখন উৎপাদের পরিমাণ বা ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় তখন উৎপাদসমূহ বিক্রিয়কে পরিণত করতে শুরু করে। প্রথমিক অবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বেশি থাকে তাই, সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার বা

গতিকে বেশি হয়। সময়ের সাথে বিক্রিয়কের পরিমাণ হ্রাস পায়, ফলে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার হ্রাস পেতে থাকে এবং উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বিপরীত বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়। পরিবর্তনের এক সময়ে উভয় বিক্রিয়ার হার সমান হয়। এই অবস্থায় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণ বা ঘনমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। বিক্রিয়ার এই অবস্থাকে উল্লম্বমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বলে। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় সম্মুখমুখী ও বিপরীতমুখী উভয় বিক্রিয়া চলমান থাকে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার এই অবস্থায় উৎপাদের পরিমাণ বিক্রিয়ার নিয়ামক (তাপমাত্রা, চাপ ও বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা) পরিবর্তন দ্বারা প্রভাবিত হয়। উল্লম্বমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উৎপাদের পরিমাণ তা-শাণ্ডেলিয়রের নীতি দ্বারা নিশ্চিত হয়।



চিত্র : বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা

উল্লম্বমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার যে কোনো একটি নিয়ামক (তাপমাত্রা/চাপ/বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা) পরিবর্তন হ্রাস/বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা এমনভাবে পরিবর্তন হয় যেদ নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

শা শাণ্ডেলিয়রের নীতির ব্যাখ্যা:

**তাপের প্রভাব:** যে সকল উল্লম্বমুখী বিক্রিয়া তাপের পরিবর্তন হয় সে সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর তাপের প্রভাব থাকে। যেমন,



উল্লম্বমুখী বিক্রিয়াটির সম্মুখমুখী অংশটি তাপ উৎপাদী এবং বিপরীত বিক্রিয়াটি তাপগ্রহীণী। এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয়ে বিক্রিয়কের পরিমাণ বৃদ্ধি করবে। অর্থাৎ তাপগ্রহীণী বিক্রিয়া বৃদ্ধির মাধ্যমে তাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল প্রশমিত করবে। একইভাবে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা ডান দিকে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া বৃদ্ধি পাবে। যে সকল বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হয় না সে সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উপর তাপমাত্রার কোনো প্রভাব নেই।

**চাপের প্রভাব:** গ্যাসীয় বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপ পরিবর্তন করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার পরিবর্তন হয়। যে সকল বিক্রিয়ায় গ্যাসীয় অণুর সংখ্যা পরিবর্তন (হ্রাস/বৃদ্ধি) হয় সে সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব রয়েছে। যেমন,



বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হলে অণুর সংখ্যা হ্রাস পায়। ফলে একই আয়তনে চাপ হ্রাস পায়। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপ বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা ডান দিকে অগ্রসর হয়। অর্থাৎ সম্মুখমুখী বিক্রিয়া বৃদ্ধির মাধ্যমে চাপ হ্রাস করবে এবং চাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল প্রশমিত করবে। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপ হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয়ে বিক্রিয়কের পরিমাণ বৃদ্ধি করবে। যে সকল বিক্রিয়ায় গ্যাসীয় অণুর সংখ্যার পরিবর্তন হয় না সে সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

**ঘনমাত্রার প্রভাব:** সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উপর বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার প্রভাব রয়েছে। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় যে কোনো একটি বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডান দিকে অগ্রসর হয়ে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা হ্রাস করে পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত করে এবং উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি করে। একইভাবে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় যে কোনো একটি উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয়ে উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস করে। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উৎপাদ বা উৎপাদসমূহকে সরিয়ে নিলে (উৎপাদের ঘনমাত্রা হ্রাস) বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বামদিকের দিকে অগ্রসর হয়।

### ৭.৬ প্রশমন বিক্রিয়া পরীক্ষার মাধ্যমে প্রদর্শন

**প্রয়োজনীয় উপকরণ :** 0.1 মোলার HCl দ্রবণ, 0.1 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ, 0.2 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ, গিটমাস পেপার, pH পেপার, বিকার, মাপন সিলিন্ডার ও ভূপার বা ব্যুরেট।

দুটি ছোট বিকারে 5 মি.লি. করে 0.1 মোলার HCl দ্রবণ নগু। উভয় দ্রবণে এক টুকরা করে লাল গিটমাস পেপার যোগ কর। এসিড দ্রবণে লাল গিটমাস পেপার লাল থাকে। pH পেপার ব্যবহার করে দ্রবণের pH পরিমাপ কর এবং খাতায় লিপিবদ্ধ কর।

একটি মাপন সিলিন্ডারে 5 মি.লি. 0.1 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ এবং অন্য একটি মাপন সিলিন্ডারে 5 মি.লি. 0.2 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ নগু। ভূপার বা ব্যুরেট ব্যবহার করে ধোঁটায় ধোঁটায় 0.1 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণকে একটি বিকারে এবং তপার একটি ভূপার বা ব্যুরেট ব্যবহার করে ধোঁটায় ধোঁটায় 0.2 মোলার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ তপার বিকারে যোগ কর। দ্রবণ যোগ করার সাথে সাথে বিকারটিকে কঁকণ ও এবং গিটমাস পেপারের বর্ণের পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর। ক্ষারীয় দ্রবণে লাল গিটমাস পেপারের বর্ণ নীল হয়। কিছুক্ষণ পর পর pH পেপার ব্যবহার করে দ্রবণের pH পরিমাপ কর। গিটমাস পেপারের বর্ণ নীল হওয়ার সাথে সাথে দ্রবণের pH পরিমাপ কর।



প্রথমে বিকারে HCl দ্রবণ থাকে। এই দ্রবণের pH মান 7 -এর তুলনায় কম হয় এবং দ্রবণে গিটমাস পেপারের বর্ণ লাল থাকে। দ্রবণে ধোঁটায় ধোঁটায়  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ যোগ করলে HCl -এর সাথে বিক্রিয়া করে NaCl,  $\text{CO}_2$  ও  $\text{H}_2\text{O}$  তৈরি হয়। বিকারের দ্রবণ HCl -এর পরিমাণ কমে যেতে থাকে এবং pH -এর মান বৃদ্ধি পায় 7 -এর নিকটবর্তী হয়। তখন দ্রবণের সম্পূর্ণ HCl বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রশমিত হয় তখন pH -এর মান 7 হয়। ততপরে বিকারে সামান্য পরিমাণ (এক ধোঁটা)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ যোগ করলে বিকারের গিটমাস পেপারের বর্ণ লাল থেকে নীল বর্ণে পরিণত হয়।

**পর্যবেক্ষণ :** ধোঁটায় ধোঁটায়  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ যোগ করলে pH -এর মান কীভাবে পরিবর্তিত হয় ?

প্রতি ক্ষেত্রে HCl দ্রবণ প্রশমিত করতে কত আয়তন  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রয়োজন ?

**যদিও বল:**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ যোগ করার পূর্বে প্রতি বিকারে কত গ্রাম HCl দ্রবীভূত ছিল ?

প্রতি বিকারের HCl কে প্রশমিত করতে কত গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  যোগ করা হয়েছে ?

**চিন্তা কর:** বিকারে প্রথমে নির্দিষ্ট পরিমাণ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ নিয়ে ধোঁটায় ধোঁটায় HCl দ্রবণ যোগ করলে pH এর মান কীভাবে পরিবর্তিত হয় ?

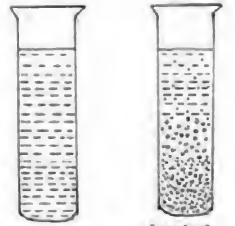
### ৭.৭ অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া পরীক্ষার মাধ্যমে প্রদর্শন

**প্রয়োজনীয় উপকরণ :** সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ, ফেরাস সালাফেট, কিছুক্ষণ পানি, টেস্টটিউব।

একটি পরিষ্কার টেস্টটিউব নগু। টেস্টটিউবে 1 মি.লি. ফেরাস সালাফেট দ্রবণ নিয়ে তাতে ধোঁটায় ধোঁটায় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ কর এবং পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর।



ফেরাস সালাফেট দ্রবণের সাথে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ বিক্রিয়া করে পানিতে অদ্রবণীয় ফেরাস হাইড্রক্সাইড ও দ্রবণীয় সোডিয়াম সালাফেট তৈরি হয়। অদ্রবণীয় হালকা সবুজ বর্ণের ফেরাস হাইড্রক্সাইড টেস্টটিউবের তলদেশে অধঃক্ষেপ হিসেবে জমা হয়।



ফেরাস সালাফেট দ্রবণ

ফেরাস হাইড্রক্সাইড  
তলদেশে অধঃক্ষেপিত

চিত্র ৭.৮ : অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া



## অনুশীলনী

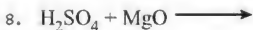
### বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. তিনেশারে নিচের কোন এসিডটি উৎপাদিত থাকে?
 

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| ক. সাইট্রিক এসিড | খ. এসিটিক এসিড  |
| গ. টারটারিক এসিড | ঘ. এসকরবিক এসিড |
২. মৌমাছি কামড় দিলে ক্ষতস্থানে কোনটি ব্যবহার করা যেতে পারে?
 

|              |            |
|--------------|------------|
| ক. কলিচুন    | খ. তিনেলোর |
| গ. খাবার লবণ | ঘ. পানি    |
৩. এন্টাসিড জাতীয় ঔষধ সেবনে কোন ধরনের বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়?
 

|           |                |
|-----------|----------------|
| ক. প্রশমন | খ. দহন         |
| গ. সংযোজন | ঘ. প্রতিস্থাপন |



বিক্রিয়ায়—

- i. তাপ উৎপন্ন হয়
- ii. ইলেকট্রন স্থানান্তর ঘটে
- iii. অধঃক্ষেপ পড়ে

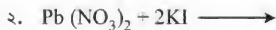
নিচের কোনটি সঠিক?

- |            |                |
|------------|----------------|
| ক. i       | খ. ii ও iii    |
| গ. i ও iii | ঘ. i, ii ও iii |

### সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. অণু ও সেতু উভয়ের বাসায় রান্নার কাজে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার করা হয়। অণুর বাসার পাথের নিচে কালো দাগ পড়লেও সেতুর বাসার পাথের নিচে কোনো দাগ নেই।
 

|  |
|--|
| ক. একমুখী বিক্রিয়া কাকে বলে?  |
| খ. রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলতে কী বোঝায়?   |
| গ. রান্নার সময় তাদের বাসায় সম্পন্ন বিক্রিয়াটি কোন ধরনের? ব্যাখ্যা কর।                                   |
| ঘ. উদ্দীপকের কোন বাসায় রান্নার কাজে গ্যাসের অপচয় হয় বলে তুমি মনে কর? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। |



উপরের বিক্রিয়ার আলোকে নিচের ছকটি পূরণ করা হলো [ $K = 39$ ,  $I = 127$ ]:

| উপাদান  | ১ম পাত্র | ২য় পাত্র | ৩য় পাত্র | ৪র্থ পাত্র | ব্যবহৃত মোট<br>আয়তন (mL) | অধঃক্ষেপ |
|---|----------|-----------|-----------|------------|---------------------------|----------|
| 0.2 M Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> এর আয়তন (mL) | 1        | 2         | 3         | 4          | 10                        | হলুদ     |
| পানির আয়তন (mL)                                      | 4        | 3         | 2         | 1          | 10                        |          |
| 0.5 M KI এর আয়তন (mL)                                | 1        | 1         | 1         | 1          | 4                         |          |
| প্রতিটি পাত্রের দ্রবণের মোট আয়তন (mL)                | 6        | 6         | 6         | 6          | -                         |          |

ক. তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া বাক্যে বলে?

খ. যোজনী ও জলণ সংখ্যা এক নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. সারণিতে ব্যবহৃত মোট KI এর পরিমাণ কত গ্রাম? নির্ণয় করে দেখাও।

ঘ. কোন পাত্রের দ্রবণটি অধিক হলুদ হবে বলে ভূমি মনে কর? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

## অষ্টম অধ্যায় রসায়ন ও শক্তি

রাসায়নিক বন্ধন মূলত শক্তির আধার। রাসায়নিক বন্ধন ভাঙা-গড়ার সাথে শক্তি শিহিত। পৃথিবীতে বর্তমান রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে সাক্ষাৎ ক্ষেত্রেই শক্তির রূপান্তর হয়। এই পরিবর্তনগুলোর মধ্যে যেগুলো স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে সে পরিবর্তনের শক্তিকে ব্যবহার করে আমরা দৈনন্দিন কাজ করি। পৃথিবীতে রাসায়নিক শক্তির পরিমাণ সীমিত বা দিন দিন কমে আসছে। তাই আমাদের বিকল্প শক্তির কথা চিন্তা করা প্রয়োজন। ইতিমধ্যে সূর্যকে কাজে লাগিয়ে সোলার প্যানেল তৈরি করে বাড়ি জ্বালানোর পরিমাণ বৃদ্ধি করার চেষ্টা চলছে। অন্য দিকে উন্নত দেশের ন্যায় পারমাণবিক শক্তিকে ব্যবহার করার প্রচেষ্টা আমাদের দেশে শুরু হয়েছে।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা:

- (১) রাসায়নিক পরিবর্তনের সাথে শক্তি উৎপাদনের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) শক্তি উৎপাদনে জ্বালানি বিশুদ্ধতার গুরুত্ব অনুমান, পরিবেশ সুরক্ষায় এগুলোর ব্যবহার সীমিত রাখতে ও উৎকৃষ্ট জ্বালানি নির্বাচনে সচেতনতার পরিচয় দিতে পারব।
- (৩) নিরাপত্তার বিষয়টি বিবেচনা রেখে রাসায়নিক বিক্রিয়া-সংশ্লিষ্ট সমস্যা চিহ্নিত করে তা অনুশীলনের পরিকল্পনা, কল্প বায়ন এবং এর কার্যকারিতা মূল্যায়ন করতে পারব।
- (৪) রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটনে এক শক্তি উৎপাদনে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ও আত্মবিশ্বাসের সাথে দায়িত্বশীল সিদ্ধান্ত গ্রহণে সক্ষম হব।
- (৫) জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ইলেকট্রনীয় মতবাদ ব্যবহার করে চণ বিদ্যুতের ধারনা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৬) রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) বিদ্যুৎ ব্যবহার করে বিক্রিয়া সংঘটন করতে পারব।
- (৮) বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎ বিশ্লেষণে উৎপাদিত পদার্থ এবং এর বাণিজ্যিক ব্যবহার সম্পর্কে মহামত দিতে পারব।
- (৯) গ্যাসতাত্ত্বিক কোয়ের তড়িৎদ্বার গঠন করতে পারব।
- (১০) তড়িৎবিশ্লেষণ কোষ ও গ্যাসতাত্ত্বিক কোষের মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।
- (১১) তড়িৎরাসায়নিক কোষের প্রয়োজ্য ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১২) তুলনামূলক বিশ্লেষণ করে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্পর্কে মহামত দিতে পারব।
- (১৩) তাপহারী ও তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার পরীক্ষা করতে পারব।
- (১৪) রাসায়নিক দ্রব্যের ক্ষতিকর দিকসমূহ সম্পর্কে সচেতনতা প্রদর্শন করতে পারব।
- (১৫) বিশুদ্ধ জ্বালানি ব্যবহারে আগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।
- (১৬) গন্ধা দূষীকৃত ও রাসায়নিক পরিবর্তন হওয়ার সময় তাগের পরিবর্তন পরীক্ষার সাহায্যে দেখাতে পারব।

## ১.১ রাসায়নিক শক্তি

### ক. কণ্ঠশক্তি ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শক্তির পরিবর্তন

আমরা জানি যে, কোনো যৌগে মৌলসমূহ তাদের মধ্যে পারস্পরিক (mutual) শক্তি দ্বারা যুক্ত থাকে। মৌলসমূহের একে অপরের সাথে যুক্ত হওয়ার আশক্তিই হলো রাসায়নিক কণ্ঠন। তাছাড়াও কোনো পদার্থে অণু বা আয়নসমূহ একে অপরের সাথে নানা শক্তির সমন্বয়ে গঠিত 'আন্তঃআণবিক শক্তি' (intermolecular force) নামক শক্তির মাধ্যমে কাছাকাছি থেকে একটি নির্দিষ্ট অবস্থায়, যেমন—কঠিন, তরল বা বায়বীয় অবস্থায় স্থিতি করে। কোনো দ্রবের অণু বা আয়নসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক শক্তি বেশি হলে—কঠিন, কম হলে—তরল এবং অল্পও কম হলে—বায়বীয় অবস্থায় স্থিতি হয়। তাহলে একই দ্রবের অবস্থাতেই আন্তঃআণবিক শক্তি ভিন্নতর হয়। যেমন—বরফ, পানি ও জলীয়বাষ্প হলো—পানির কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থা। পানিকে তাপ (শক্তি) দিলে জলীয়বাষ্পে স্থিতি হয়, অর্থাৎ পানি তাপ শোষণ করে তরল থেকে বায়বীয় পদার্থে পরিণত হয়। আবার পানিকে ঠান্ডা করলে, অর্থাৎ পানি থেকে তাপ বের করে নিলে পানি কঠিন (বরফ) দ্রবে পরিণত হয়।

অন্যদিকে, রাসায়নিক কণ্ঠন চৈরির সাথেও শক্তি জড়িত। ভিন্ন যৌগে অণুসমূহ ভিন্ন কণ্ঠশক্তি দ্বারা যুক্ত থাকে। যদি বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগের মোট শক্তি বিক্রিয়কসমূহের মোট শক্তির চেয়ে কম হয় অর্থাৎ বেশি হয় তাহলে কী হতে পারে চল তেবে দেখা যাক। উৎপন্ন যৌগে মোট শক্তির পরিমাণ কম হলে বিক্রিয়ায় ফলে শক্তির উদ্ভব হবে, এক্ষেত্রে শক্তির শোষণ ঘটবে। মোটবশ্য, যে কোনো রাসায়নিক পরিবর্তন কমবেশি শক্তির উদ্ভব বা শোষণ হয়ে থাকে, যদিও তা সবসময়ই আমরা অনুভব করতে পারি না। তাহলে এটা স্পষ্ট যে, দ্রবের অবস্থার পরিবর্তনের সাথে যেমন শক্তি জড়িত, রাসায়নিক বিক্রিয়ায় মাধ্যমে নতুন পদার্থে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়ার সাথে তেমন শক্তি জড়িত।

### খ. তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া ও তাপগ্রহী বিক্রিয়া

এবার উপরের আলোচিত বিষয়বস্তু থেকে বিক্রিয়াকে তাদের ভিত্তিতে ভাগ করি। তাদের পরিবর্তনের ভিত্তিতে রাসায়নিক বিক্রিয়া দুই প্রকার, যথা : (১) তাপ উৎপাদী ও (২) তাপগ্রহী বিক্রিয়া।

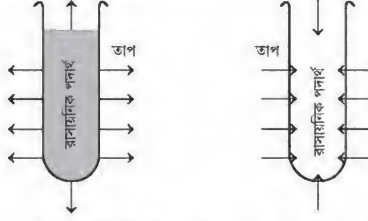
**তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া:** যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয় তাকে তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া বলে। যেমন: কঠ, কয়লা বা গ্যাস পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। কঠ বা কয়লা মূলত কার্বন এবং কার্বনের বিভিন্ন যৌগ, যা দহনের মাধ্যমে বায়ুর অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড ( $\text{CO}_2$ ) ও তাপ উৎপন্ন করে। চুন পানিতে দিলে তাপ উৎপন্ন হয়। চুন হলো ক্যালসিয়াম অক্সাইড ( $\text{CaO}$ ), যা পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড;  $\text{Ca(OH)}_2$  ও তাপ উৎপন্ন করে।



এবার তাপশক্তি নির্ণয় হওয়ার বিষয়সমূহ ব্যাখ্যা করা যাক। প্রথম ক্ষেত্রে, বিক্রিয়ক কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে মোট স্থিতি রাসায়নিক শক্তি উৎপাদিত যৌগ কার্বন ডাইঅক্সাইড এর মধ্যে স্থিতি রাসায়নিক শক্তির চেয়ে বেশি। অনুরূপভাবে, উৎপাদ ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড—এর মধ্যে স্থিতি রাসায়নিক শক্তি বিক্রিয়ক ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও পানির মধ্যে মোট স্থিতি রাসায়নিক শক্তির চেয়ে কম। সহজে বলা যায়, বিক্রিয়কের মধ্যে স্থিতি মোট রাসায়নিক শক্তি নতুন যৌগে গঠনে ব্যয় হওয়ার পর অবশিষ্ট অংশ তাপ হিসেবে বের হয়, অর্থাৎ নির্ণয় তাপশক্তি = উৎপাদ যৌগসমূহের মোট শক্তি ( $E_2$ ) - বিক্রিয়ক যৌগসমূহের মোট শক্তি ( $E_1$ )।

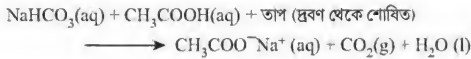
বিক্রিয়া তাপ: কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পরিবর্তিত তাপকে বিক্রিয়া তাপ বলে।

দহন তাপ: এক মোল পরিমাণ পদার্থকে দহন করলে যে তাপের উৎপন্ন হয় তাকে দহন তাপ বলে।



চিত্র-৮.১: তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া।      চিত্র-৮.২: তাপহারী বিক্রিয়া।

**তাপহারী বিক্রিয়া:** যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার জন্য তাপের শোষণ ঘটে, তাকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে। তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে আমরা সচরাচর তাপের উদ্ভব প্রত্যক্ষভাবে অনুভব করি, কিন্তু তাপহারী বিক্রিয়া ক্ষেত্রে খুব কমই তাপ শোষণের ঘটনা বুঝতে পারি। এবার চল, তাপ শোষণ হয়েছে এমন ঘটনা বুঝবার চেষ্টা করি। 60°C তাপমাত্রায় অর্ধেক গ্লাস গরম পানি আছে। এর মধ্যে একটুকরা বরফ যোগ করা। নিচয়ই আমরা বুঝতে পারি যে, কিছুক্ষণের মধ্যেই বরফ টুকরাটি গলবে, আর সাথে সাথে পানির তাপমাত্রাও কম যাবে। এভাবে সচরাচর আমরা পানীয়কে ঠান্ডা করতে বরফ টুকরা ব্যবহার করে থাকি। আমরা উপরে ছেনেছি যে, পানি থেকে তাপশক্তি বের করলে পানি তরল থেকে কঠিনে (বরফে) পরিণত হয়। তাহলে এটা স্পষ্ট যে, গৃহীত শক্তি (তাপ) বরফকে ফেরত দিলে কঠিন বরফ তরল পানিতে পরিণত হবে। প্রকৃতপক্ষে, গ্রাসে রাখা বরফ টুকরাটি গরম পানি থেকে তাপশক্তি গ্রহণ করে পানিতে পরিণত হয়। তার ফলে গরম পানির তাপমাত্রা কমে যায়। তাহলে বরফ টুকরা তার চারপাশ (পরিবেশ) থেকে তাপ শোষণ করে পানিতে পরিণত হয়। অনুপ্রাণিতাবে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার জন্য তাপের শোষণ হতে পারে। এক্ষেত্রে কখনো কখনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য ব্যবহৃত পাত্রের গায়ে হাত দিলে ঠান্ডা অনুভূত হয়। আবার কখনো বাহির থেকে তাপ দেওয়া ছাড়া বিক্রিয়াই হয় না। যেমন: খাবার সোডা ও লেবুর রস বা ডিনোয়ারের বিক্রিয়ার সময় তাপের শোষণ ঘটে। খাবার সোডা হলো— সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (NaHCO<sub>3</sub>)। অপরদিকে লেবুর রসে সাইট্রিক এসিড ও ডিনোারে এসিটিক এসিড থাকে। সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড, লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াটি সংঘটিত হওয়ার সময় দ্রবণ থেকে তাপ শোষণ করে, ফলে আমরা দ্রবণটি ঠান্ডা হতে দেখি।



### গ. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তনের হিসাব

রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার সময় বিক্রিয়কে বিদ্যমান বন্ধনের ভাঙন এবং উৎপন্ন পদার্থে নতুন বন্ধন গঠিত হয়। রাসায়নিক যৌগে বিদ্যমান পৃথক পৃথক বন্ধনের শক্তি তিনু তিনু হয়। বন্ধন ভাঙার জন্য শক্তির প্রয়োজন হয় এবং বন্ধন গঠনের জন্য শক্তি নির্গত হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কী কী বন্ধন ভাঙে ও তার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি এবং কী কী নতুন বন্ধন গঠিত হয় ও তার জন্য নির্গত মোট শক্তি হিসাব করা হয়। অতঃপর নিচের সমীকরণ ব্যবহার করে বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হিসাব করা হয়।

বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন = পুরাতন বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি – নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি  
তাপের পরিবর্তন ঋণাত্মক হলে বিক্রিয়া তাপ উৎপাদী এবং ধনাত্মক হলে বিক্রিয়া তাপহারী।

টেবিলে প্রদত্ত বন্ধনশক্তির সাহায্যে নিচের বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হিসাব কর:



এই বিক্রিয়ায় এক মোল C-H ও এক মোল Cl-Cl বন্ধন ভাঙে এবং এক মোল C-Cl ও এক মোল H-Cl নতুন

বন্ধন গঠিত হয়। এক মোল C-H ও এক মোল Cl-Cl বন্ধন ভাঙার

জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি = (414 + 244) কিলোজুল = 658

কিলোজুল। এক মোল C-Cl ও এক মোল H-Cl নতুন বন্ধন গঠিত

হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি = (326 + 431) কিলোজুল = 757

কিলোজুল।

অতএব বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন ( $\Delta H$ ) =

পুরাতন বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি – নতুন বন্ধন

গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি

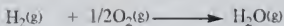
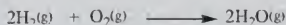
$$= (658 - 757) \text{ কিলোজুল}$$

$$= -99 \text{ কিলোজুল}$$

অর্থাৎ বিক্রিয়ায় 99 কিলোজুল তাপ নির্গত হয়।

| বন্ধন | বন্ধনশক্তি ( kJ/ মোল) |
|-------|-----------------------|
| C-H   | 414                   |
| H-H   | 435                   |
| C-Cl  | 326                   |
| O-H   | 464                   |
| Cl-Cl | 244                   |
| O=O   | 498                   |
| H-Cl  | 431                   |

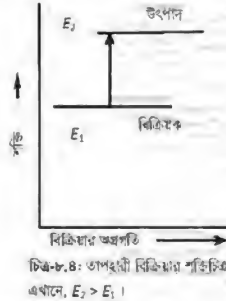
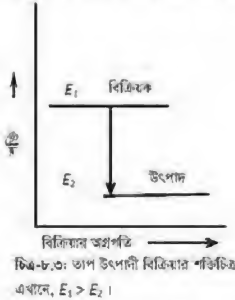
কাজ: নিচের বিক্রিয়াগুলোর বিক্রিয়া তাপ হিসাব কর।



### ঘ. বিক্রিয়ার শক্তি চিত্র

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের উৎপাদন ও শোষণ বিক্রিয়ার শক্তিচিত্রের মাধ্যমে সহজেই বুঝা যায়। চিত্র-৮.৩ ও চিত্র-৮.৪ এ তাপ উৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার শক্তিচিত্র পর্ববেক্ষণ কর। তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি ( $E_1$ ) উৎপাদের মোট শক্তি ( $E_2$ ) অপেক্ষা বেশি হয়, অর্থাৎ  $E_1 > E_2$ । বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার সময় বিক্রিয়কের শক্তি

থেকে উৎপাদ গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি ব্যয় হওয়ার পর অতিরিক্ত শক্তি তাপশক্তিরূপে বের হয়। অন্যদিকে, তাপহারী বিক্রিয়ার শক্তিরূপে তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার উদ্ভূত। তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি ( $E_1$ ) উৎপাদের মোট শক্তি ( $E_2$ ) অপেক্ষা কম হয়, অর্থাৎ  $E_1 < E_2$ । এক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি উৎপাদের শক্তির তুলনায় কম থাকায় বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি পরিক্ষেপ থেকে শোষণ করে। সে কারণে তাপহারী বিক্রিয়া ঘটাতে বিক্রিয়া মিশ্রনের তাপমাত্রা কমাতে দেখা যায় অথবা বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য তাপ দিতে হয়।



## ৮.২ রাসায়নিক শক্তিকে তাপ, বিদ্যুৎ ও আলোকশক্তিতে পরিবর্তন

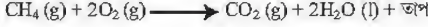
আমরা দেখি যে, কোনো জ্বালানি পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপের সাথে সাথে আলোও সৃষ্টি হয়। তাপ ও আলো উভয়ই শক্তি, যার তড়িৎ-চুম্বকীয় রশ্মি (electromagnetic radiation) হিসেবে চারদিকে ছড়ায়। কাঠ, কয়লা, গাছপালা, কাগজ, প্রাকৃতিক গ্যাস, কেরোসিন, পেট্রোলিয়াম প্রভৃতির দহনে তাপশক্তি ও আলোকশক্তি সৃষ্টি হয়। দিয়াশলাই ও মোমবাতি জ্বালিয়েও উভয় শক্তির সৃষ্টি করা যায় (চিত্র-৮.৫)। তাহলে এসব পদার্থের শক্তির উৎস কী? আর কোনো জ্বালানি পোড়ানো বা দহনের অর্থই-বা কী?

আমরা জানি, পদার্থ মাত্রই রাসায়নিক বন্ধনদ্বারা যুক্ত কণুগুণে পরমাণুর গুচ্ছ। অন্যদিকে, দহন হলো— কোনো পদার্থের অণুকে অক্সিজেন দ্বারা জ্বারিত করা। তাহলে কোনো পদার্থের অণুকে জ্বারিত করার অর্থ অক্সিজেনময় নতুন পদার্থের সৃষ্টি, এর নিচে ধ্রুদন্ত বিক্রিয়াগুলো বিবেচনা করা যাক। কয়লা (কার্বন) অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইক্সাইড, হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে পানি এবং প্রাকৃতিক গ্যাসের মিথেন অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে। কার্বন আদ্যের নিজেদের মধ্যকার বন্ধন ভেঙে কার্বন-অক্সিজেন (কার্বন ডাইক্সাইড) বন্ধন গঠন করে। অনুপ্রাণে, দহনের ফলে মিথেনের কার্বন-হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে কার্বন-অক্সিজেন (কার্বন ডাইক্সাইড) এবং হাইড্রোজেন-অক্সিজেন (পানি) বন্ধন গঠিত হয়। আমরা জানি যে, সব বন্ধন বা অণু গঠনে একই পরিমাণ শক্তির পরিবর্তন হয় না। আসলে, জ্বালানির



চিত্র-৮.৫: জ্বলন্ত মোমবাতি।

দহনের ফলে উৎপন্ন পদার্থের অভ্যন্তরীণ শক্তি জ্বালানির অণুর মধ্যে হি ত শক্তির তুলনায় কম। ফলে অতিরিক্ত শক্তি তড়িৎ-চুম্বকীয় রশ্মি হিসেবে চারদিকে ছড়ায়, যা আমরা আলো ও তাপ হিসেবে দেখি ও অনুভব করি।



জ্বালানি পোড়ানোর ফলে উদ্ভূত তাপশক্তিকে ব্যবহার করে তাপ ইঞ্জিনের টারবাইন (চাক) ঘুরিয়ে বিদ্যুৎশক্তিতেও রূপান্তর করা হয়। আমাদের দেশে উৎপাদিত বিদ্যুৎশক্তির প্রায় পুরোটাই এভাবে জ্বালানি পুড়িয়ে উৎপন্ন করা হয়। বিভিন্ন ধরনের গ্যালভানিক কোষে স্কেম-ডায়নামাল কোষ, ড্রাই সেল ও পেড স্টোরেজ ব্যাটারি রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করে। আবার গ্যালভানিক কোষে প্রাপ্ত বিদ্যুৎশক্তিকে আলোকশক্তিতে পরিণত করা যায়, স্কেম-ড্রাই সেলের সাহায্যে টর্চ জ্বালানো। এভাবেই রাসায়নিক শক্তিকে বিভিন্ন শক্তিতে রূপান্তরিত করে মানুষের ব্যবহার-উপযোগী করা হয়।

### ৮.৩ রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া বিভিন্ন শক্তি ক্সে লগানো

কাজ করার ক্ষমতা হলো- শক্তি। জ্বালানি পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। আর তাপ এক প্রকার শক্তি। কঠ ও প্রাকৃতিক গ্যাস পুড়িয়ে রান্নাবান্না করা হয়। তাপশক্তিকে স্রাসরি ব্যবহার করে ইট ও মাটির তৈরি বিভিন্ন তৈজসপত্র পোড়ানো হয়।



চিত্র-৮.৬: কেরোসিন পুড়িয়ে  
হালিকেন আলো দিচ্ছে

নানা সম্বন্ধী তৈরিতে কলকারখানায় কাঁচামাল গলাতে বা গরম করতে তাপশক্তি ব্যবহার করা হয়। লৌহ ও ইস্পাত, সিয়ামিকস জাতীয় কারখানায় বিপুল পরিমাণে তাপের ব্যবহার হয়। বিভিন্ন খনিজ জ্বালানি (fossil fuel) স্কেম-কমলা, পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাসকে জ্বালানি হিসেবে তাপ ইঞ্জিনে (heat engine) পুড়িয়ে মোটরগাড়ি, জাহাজ, বিমান, রেলগাড়ি ও অন্যান্য ইঞ্জিনচালিত যানবাহন চালানো হয়। পেট্রোলিয়াম পুড়িয়ে, স্যাণ্ডো ইঞ্জিনের চাক ঘুরানো হয়। এভাবে চাক ঘুরিয়ে গড়ির থেকে পানি উত্তোলন করা হয়।

আমরা বাস-বাড়িতে কেরোসিন বা মোমবাতি পুড়িয়ে আলো জ্বালাই।



চিত্র-৮.৭: কৃষক ট্রাক্টরের তাপ ইঞ্জিনে  
ডিঙ্গেল পুড়িয়ে জমি চাষ করছে

অন্যদিকে, আধুনিককালের সবচেয়ে জনপ্রিয় শক্তি হলো- বিদ্যুৎ। আমরা সর্বক্ষেত্রে বিদ্যুতের ব্যবহার দেখি। যদিও বিভিন্নভাবে বিদ্যুতের উৎপাদন করা যায়। তবে সিংহভাগ বিদ্যুৎ তাপ ইঞ্জিনে খনিজ জ্বালানি পুড়িয়ে টারবাইন ঘুরিয়ে তৈরি করা হয়। আমরা তড়িৎ রাসায়নিক কোষ ও ব্যাটারির মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করে আলো জ্বালানো, রেডিও-টিভি চালানো, পাখা ঘুরানো প্রভৃতি কাজে ব্যবহার করে থাকি।



### ৮.৪ রাসায়নিক শক্তির যথাযথ ব্যবহার

সব শক্তির উৎস হলো—সূর্য। তাহলে পরোক্ষভাবে রাসায়নিক শক্তির উৎসও সূর্য নয় কি? জীবচক্রে জেনেছি যে, উদ্ভিদ সালোককশ্যের মাধ্যমে সূর্য থেকে শক্তি তার দেহে সঞ্চিত করে। আলোকশক্তি ও বায়ুর কার্বন ডাইঅক্সাইড মিলে উদ্ভিদের দেহে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক যৌগের সৃষ্টি হয়। উদ্ভিদ থেকে প্রাণিকূল শক্তি পায়। উদ্ভিদ ও প্রাণী মৃত্যুর পর মাটিতে মিশে যায়। পরবর্তীতে এসব পদার্থ হাজার বছর ধরে বিভিন্ন ধর্মীয়ার মাধ্যমে পরিবর্তিত হয়ে পেট্রোলিয়াম, কয়লা ও প্রাকৃতিক গ্যাসরূপে ভূগর্ভে মজুদ হয়। এদেরকে জীবাশ্ম জ্বালানি (fossil fuel) বলে। আমরা এধরনের জ্বালানিকে বনিতে পাই। আমাদের দেশের তিতাস, হরিপুর, সাগু প্রভৃতি প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্র ও বড়পুকুরিয়া কয়লাখনি প্রসিদ্ধ। তোমাদের কী ধারণা, এসব খনি থেকে গ্যাস বা কয়লা পেতেই থাকবে? আসলে তা নয়। এক সময় এগুলো শেষ হয়ে যাবে। প্রশ্ন হতে পারে, যেহেতু প্রাণী ও উদ্ভিদ তো প্রতিদিনই জন্ম নিচ্ছে ও মারাও যাচ্ছে, তাহলে এসব খনিজ জ্বালানি শেষ হয়ে যাবে কেন? উত্তরটা খুবই সহজ। কারণ আমরা যে হারে জ্বালানি ব্যবহার করছি তথা খনি থেকে জ্বালানি উত্তোলন করছি, সে হারে ভূগর্ভে জ্বালানি মজুদ হচ্ছে না। তাহলে সহজেই অনুমান করা যায় যে, কিছুদিন পর এসব জ্বালানির মজুদ শেষ হয়ে যাবে। বিষয়টি যথার্থই এবং বলা হয় যে, জীবাশ্ম জ্বালানির মজুদ অসীম একশ বছরেই শেষ হয়ে যাবে।

উপরে জেনেছি যে, খনিজ জ্বালানিই মূলত আমাদের মোট শক্তির চাহিদার সিংহভাগ যোগান দিয়ে থাকে। তাছাড়া খনিজ জ্বালানির শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করা (যেমন—বিদ্যুৎশক্তি) ব্যয়বহুলও বাটে। উপরন্তু রাসায়নিক শক্তি বিশেষ করে খনিজ জ্বালানি ব্যবহারে পরিবেশের নানা রকমের ক্ষতি হয়। তাহলে রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারে আমাদের করণীয় কী? আধুনিক যুগে রাসায়নিক শক্তির ব্যবহার ছাড়া চলা অসম্ভব। কিন্তু রাসায়নিক শক্তির পরিমিত ব্যয় নিশ্চিত করতে পারলে মজুদের উপর নিঃসন্দেহে চাপ কমবে। এতে করে আমরা দীর্ঘদিন জ্বালানির মজুদকে কাজে লাগাতে পারব। দূর্ভোগজনকভাবে আমরা শক্তির অপচয় করছি। অপ্রয়োজনে চুলা জ্বালিয়ে রাখছি, আলো জ্বালাছি, পাখা ঘুরাছি, বিনোদনের জন্য রকমারী আলোকসজ্জা করছি, ট্রেন্ডিসুত্ৰ বস্ত্র পাতি ব্যবহার করছি, স্বল্প প্রয়োজনে ইঞ্জিনচালিত যানবাহন ব্যবহার করছি প্রভৃতি। এসব অপচয় রোধ করে একদিকে যেমন জ্বালানির দীর্ঘসময় ব্যবহার নিশ্চিত করতে পারি, অন্যদিকে তেমনি রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের ফলে সৃষ্ট পরিবেশের উপর বিরূপ প্রভাব রোধ করতে পারি। রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের সচেতনতাই পারে আমাদের পৃথিবীকে দীর্ঘসময় টিকিয়ে রাখতে।

### ৮.৫ জ্বালানি বিশুদ্ধতার গুরুত্ব

জ্বালানি বিশেষ করে কাঠ, প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়াম পোড়ালে সাধারণত কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস, পানি ও তাপ উৎপন্ন হয়। অবশ্য স্বল্প বায়ুর উপস্থিতিতে এসব জ্বালানি পোড়ালে কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিবাক্ত কার্বন মনোঅক্সাইডও উৎপন্ন হয়, যা স্বাস্থ্যের জন্য মারাত্মক ঝুঁকিপূর্ণ। অন্যদিকে, যদি জ্বালানির সাথে বিশেষ করে

সালফার ও নাইট্রোজেন মৌলবৃত্ত বোলা থাকে, তাহলে জ্বালানি পোড়ানোর সময় পরিবেশ ও স্বাস্থ্যের জন্য ঝুঁকিপূর্ণ সালফার ও নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড উৎপন্ন হয়। সালফার ডাইঅক্সাইড বায়ুর জলীয়বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফিউরিক এসিড তৈরি করে, যা এসিডবৃষ্টির (acid rain) সৃষ্টি করে। আমরা নিচয়ই বুঝতে পারি যে, এসিডবৃষ্টি পরিবেশের গাছপালা ও জীবজন্তু র চিকে থাকার জন্য অন্তরায়। এছাড়াও বানবাহন থেকে নির্গত ধোঁয়ার কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রাস অক্সাইড ও অব্যবহৃত গ্যাসীয় জ্বালানি (মিথেন) বায়ুতে মিশে থাকে। এগুলো সূর্যের আলোর উপস্থিতিতে নানা রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন বিষাক্ত গ্যাসের ধোঁয়ার সৃষ্টি করে। একে ‘ফটোক্যামিক্যাল স্মগ’ (photochemical smog) বলে। ফটোক্যামিক্যাল ধোঁয়ার উপাদান গ্যাসসমূহ বায়ুমন্ডলের ওজোন ( $O_3$ ) স্তরের নানাত্মক ক্ষয়সাধন করে। অতএব স্বাস্থ্য ও পরিবেশ রক্ষায় বিশৃঙ্খল জ্বালানির ব্যবহার নিষিদ্ধ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

### ৮.৬ রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের নেতিবাচক প্রভাব

আমরা উপরে দেখলাম যে, রাসায়নিক শক্তি ব্যবহার করার মূলনীতি মূলত, জ্বালানিকে বায়ুর সাথে পুড়িয়ে (জারণ বিক্রিয়া) তাপ উৎপন্ন করা। যদিও ফুয়েল সেল ও অন্যান্য ক্ষেত্রে বিশেষ করে বিভিন্ন তড়িৎ রাসায়নিক কোষ ও নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় রাসায়নিক শক্তি থেকে ব্যবহারযোগ্য শক্তি উৎপাদনের মূলনীতি ভিন্ন। প্রকৃতপক্ষে, সিন্ধুতাপ শক্তি জ্বালানিকে পুড়িয়েই উৎপাদন করা হয়। এখন প্রশ্ন হচ্ছে হাজার হাজার টন জ্বালানি পোড়ানোর ফলে উদ্ভূত সমস্যা পরিমাণ  $CO_2$  গ্যাস ও অন্যান্য গ্যাসসমূহ বিশেষ করে  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO$  ও ধোঁয়ার সাথে বের হওয়া অদহনীয় জ্বালানি কোথায় যাচ্ছে? নিচয়ই এরা বাতাসের সাথে মিশে যাচ্ছে। উল্লেখ্য যে, সাগোক্ষয়শ্রেণীর বিক্রিয়ায় বায়ুতে মিশে যাওয়া  $CO_2$  গ্যাস ব্যবহৃত হয় বটে। কিন্তু দূর্ব্যয়জনকভাবে একদিকে যেমন আমরা উদ্ভিদকুলের নিধন করছি, অন্যদিকে আমাদের অত্যাধুনিক জীবনব্যবহার চাহিদা মেটানোর জন্য জ্বালানির ব্যবহার বৃদ্ধি করছি। এতে করে দিনে দিনে বায়ুমন্ডল  $CO_2$  -এর পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যাচ্ছে। যদিও  $CO_2$  বায়ুর অন্য উৎপাদনের সাথে বিক্রিয়া করে না। তবে  $CO_2$  গ্যাসের তাপ ধারণক্ষমতা বেশি, অর্থাৎ  $CO_2$  তাপ শোষণ করে তা ধরে রাখতে পারে (trapping of heat)। আবার  $CO_2$  গ্যাস ওজনে ভারী হওয়ায় পৃথিবীপৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। এতে করে দিনে দিনে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাচ্ছে, যাকে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন (global warming) বলা হয়।  $CO_2$  গ্যাসের এ ধরনের তাপমাত্রা বৃদ্ধির ঘটনা ‘গ্রিন হাউজ প্রভাব’ (greenhouse effect) বলে পরিচিত এক  $CO_2$  -কে গ্রিনহাউজ গ্যাস বলা হয়। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ফলে মেরুপ্রান্তের বরফ গলে পানিতে পরিণত হয়ে অনাকাঙ্ক্ষিত বন্যার সৃষ্টি করছে (চিত্র-৮.৮)। অন্যদিকে, জ্বালানি পোড়ানোর ফলে উদ্ভূত অন্যান্য গ্যাসসমূহ নানারকম রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে বায়ুকে দূষিত করছে। বায়ুতে বিভিন্ন উৎপাদনের ভারসাম্য নষ্ট করে এসিডবৃষ্টি ও ফটোক্যামিক্যাল ধোঁয়ার সৃষ্টি করছে। তাছাড়াও এসব গ্যাস ওজোনস্তর র সাথে সরাসরি বিক্রিয়া করে এর পুরুত্ব কমিয়ে দিচ্ছে বা ওজোনস্তর রে ফতের (hole) সৃষ্টি করছে। আসলে বায়ুমন্ডলের ওজোনস্তর র সূর্যের আলোর ঝাঁকনি হিসেবে কাজ করে। সূর্যের আলোতে উপস্থিত অতিবেগুনি রশ্মি (ultraviolet ray) পৃথিবীতে আসতে বাধা প্রদান করে। পরবর্তী খেণিতে আমরা এদের প্রভাবে কী কী হতে পারে তার বিস্তারিত চর্চা করব।



চিত্র-৮.৮: কারখানা থেকে কার্বন ডাইঅক্সাইডের নিঃসরণ (বামে) ও বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে মেঘ অঞ্চলের বরফ গলে পানি হচ্ছে (ডানে)।

### ৮.৭ ইথানকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার

ইথান, যার অপর নাম ইথাইন অক্সাকেলন। এটি একটি দাহ্য তরল রাসায়নিক পদার্থ। খনিজ জ্বালানি যেমন—কেরোসিন, পেট্রোল, ডিজেল প্রভৃতির মতো ইথানকে পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। তাহলে খনিজ জ্বালানির মতো ইথানকে তাপ উৎপাদনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করে কলকারখানা, গাড়ি, বিমান, জাহাজ প্রভৃতি চালাতে যেতে পারে। ব্রজিল, উত্তর আমেরিকার কিছু উন্নত দেশসমূহে ইথানকে পেট্রোলিয়াম (খনিজ জ্বালানি) —এর সাথে মিশ্রিত করে তাপ উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করা হয়। আমেরিকার মোটামুটি সব গাড়ি পেট্রোলের সাথে শতকরা ৫০% ইথানকমিশ্রিত জ্বালানি ব্যবহার করে রাস্তায় চলাচল করছে। ব্রজিলের সরকার খনিজ জ্বালানির সাথে শতকরা ২৩% ইথানক মিশ্রিত করে ব্যবহার করা বাধ্যতামূলক করেছে। এছাড়াও আধুনিককালে ও পরবর্তী যুগের ব্যবহারযোগ্য শক্তি উৎপাদনের প্রযুক্তি বলে খ্যাত ‘ফ্যুয়েল সেল’ (fuel cell) —এর জ্বালানি হিসেবে প্রয়োগের (মিথান ও ইথান) ব্যবহৃত হচ্ছে। নিচের এই প্রশ্নটি মনে জাগতে পারে, এত সব জ্বালানি থাকতে ইথানকে ব্যবহার করার কোনও কারণ আছে যে, খনিজ জ্বালানির মজুদ একসময় শেষ হয়ে যাবে। তাহলে চিন্তা করা প্রয়োজন আমরা কীভাবে শক্তির উৎপাদন করব, কীভাবে যানবাহন বা কলকারখানা চালাব? এমতাবস্থায় যদি ইথানকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা যায়, তাহলে অবশ্যই খনিজ জ্বালানির মজুদের উপর চাপ কম পড়বে।

মজার ব্যপার হলো— ইথান হলো একটি জৈব রাসায়নিক যৌগ, যা শ্বेतসার জাতীয় শস্য দানা যেমন—আম, ভুট্টা, ইকু প্রভৃতি থেকে গাছ ধরিয়ে (ferment) মাধ্যম উৎপন্ন করা যায়। এজন্য ইথানকে জৈব জ্বালানি (fuel) বলা হয়। অর্থাৎ নতুন প্রযুক্তির মাধ্যমে সেন্সোজ (উদ্ভিদের দেহের উপাদান) থেকে ইথান উৎপাদন করাও সম্ভব হয়েছে। অন্যদিকে, কৃষিকাজের মাধ্যমে শস্য ও উদ্ভিদ শুধু ইথানকে নির্মিতভাবে উৎপাদন নিশ্চিত করা সম্ভব। অতএব খনিজ জ্বালানির মতো ইথানক ফুরাবার ভয় নেই। আবার উদ্ভিদ সবসময় বায়ুমণ্ডল থেকে  $\text{CO}_2$  গ্রহণ করে পরিবেশকে স্বাভাবিক রাখতে সাহায্য করে। তাহলে, ইথানকে বাণিজ্যিক উৎপাদন ও বিকল্প জ্বালানি হিসেবে বন্যায়ের প্রযুক্তি উদ্ভাবন একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ব্যপার।

### ৮.৮ তড়িৎরাসায়নিক কোষ (Electrochemical Cell)

উপরে আমরা জানলাম যে, জ্বালানিকে গুড়িয়ে রাসায়নিক শক্তিকে তাপশক্তিতে পরিণত করে বিভিন্নভাবে বজ্জ পাগানো যায়। এখানে আমরা শিব কীভাবে রাসায়নিক শক্তিকে তাপশক্তিতে রূপান্তরিত করে সরাসরি বিদ্যুৎশক্তিতে পরিণত করা যায় ও পাশাপাশি কীভাবে বিদ্যুৎশক্তিকে ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করা যায়। গ্যাভানি (Daniell)

(Dani) ও ভোল্টা (Alessandro) প্রথম রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করতে সক্ষম হয়েছিলেন। গ্যালভানি ও ভিক্টোরে ও ভোল্টা প্রিক্টোরে আলাদাভাবে পরীক্ষার মাধ্যমে বুঝতে পারেন যে, স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটা জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার (redox) মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা সম্ভব। মূলত তাদের আবিষ্কারের ফলেই আজ আমরা ব্যাটারি পেয়েছি। তাইলে, গ্যালভানিক কোষ (Galvanic Cell) (যা ভোল্টায়িক কোষ (Vatic Cell) বলণে পরিচিত) হলো এক ধরনের তড়িৎরাসায়নিক কোষ (electrochemical cell)। বার মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তি থেকে বিদ্যুৎশক্তি তৈরি করা যায়। অপরদিকে বিদ্যুৎশক্তি ব্যবহার করে তড়িৎরাসায়নিক কোষের মাধ্যমে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত করা যায়। একে তড়িৎবিশ্লেষণ (electrolysis) বলা হয়। যে কোষে তড়িৎবিশ্লেষণ করা হয় তাকে তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ (electrolytic cell) বলে। তড়িৎরাসায়নিক কোষ বিভিন্ন ক্ষুদ্রাংশ, যেমন তড়িৎদ্বার (electrode), লবণ-সেতু (salt bridge) ও তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রবণ নিয়ে গঠিত। নিম্নে তড়িৎরাসায়নিক কোষের বিভিন্ন বিবরণের আলোচনা করা হলো।

### ১.১ বিদ্যুৎ পরিবাহী ও তড়িৎদ্বার

পরিবাহী: যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে, তাদেরকে বিদ্যুৎ পরিবাহী (conductor) বলে। আর যাদের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে না, তাদেরকে অপরিবাহী (insulator) বলে। ধাতু, কার্বন (গ্রাফাইট), গলিত লবণ, এসিড, ক্ষার, লবণের দ্রবণ প্রভৃতি বিদ্যুৎ পরিবাহী হিসেবে কাজ করে। বিদ্যুৎ পরিবহনের কৌশলের (mechanism) উপর ভিত্তি করে পরিবাহীকে দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা:— (১) ইলেকট্রনিক (electronic) ও (২) তড়িৎবিশ্লেষ্য (electrolytic) পরিবাহী। যে সকল পরিবাহী ইলেকট্রন প্রবাহের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে তাকে ইলেকট্রনিক পরিবাহী বলে। যেমন— সকল ধাতু ও গ্রাফাইট। বিদ্যুৎপ্রবাহ যদি পরিবাহীর আয়ন দ্বারা সাধিত হয়, ঐসব পরিবাহীকে তড়িৎবিশ্লেষ্য পরিবাহী বলে। যেমন গলিত লবণ, এসিড, ক্ষার ও লবণের দ্রবণ।

তড়িৎদ্বার: তড়িৎদ্বার হলো ধাতব বা অধাতব বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থ। এদেরকে ইলেকট্রনিক পরিবাহী বলা হয়। তড়িৎদ্বার তড়িৎরাসায়নিক কোষের ইলেকট্রনিক পরিবাহী ও দ্রবণের (আয়নিক পরিবাহী) মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের যোগসূত্র রক্ষা করে। তড়িৎরাসায়নিক কোষ গঠনে দুটি তড়িৎদ্বার প্রয়োজন। একটিকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার এবং অপরটিকে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার বলে।

অ্যানোড তড়িৎদ্বারে— ১. জারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় ও ২. তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে দ্রবণের অ্যানায়নের ইলেকট্রন ধাতব দণ্ডে (অ্যানোড) হানান্তরিত হয়।

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে— ১. বিজারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় ও ২. তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে দ্রবণের ক্যাটায়ন কর্তৃক ধাতব দণ্ড (ক্যাথোড) থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে।

একটি পাঠে তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রবণ নিয়ে, অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসেবে দুটি ধাতব দণ্ডকে তার ও ব্যাটারির মাধ্যমে যুক্ত করে তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ গঠন করা হয়। তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে ধাতব দণ্ড বা গ্রাফাইট দণ্ড ব্যবহার করা হয়। এই কোষে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে একই ধাতব দণ্ড অথবা ভিন্ন ধাতব দণ্ড ব্যবহার করা যায়। ধাতব দণ্ড শুধু ইলেকট্রন পরিবাহীর কাজ করে, কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করে না। তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে ব্যবহৃত ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত যে ধাতব দণ্ডের সাথে যুক্ত তা অ্যানোড হিসেবে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত যে ধাতব দণ্ডের সাথে যুক্ত তা ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।

গ্যালভানিক কোষে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎপ্রবাহের পৃথক পৃথক। এই কোষে একটি ধাতব দণ্ডকে ঐ ধাতুর তড়িৎবিশেষ্য দ্রবণের মধ্যে হা পান করে তড়িৎপ্রবাহ গঠন করা হয়। গ্যালভানিক কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসেবে তিন ধাতব দণ্ডকে ব্যবহার করা হয় (একই ধাতব দণ্ডকে তিন ঘনমাত্রার তড়িৎবিশেষ্যের মধ্যে হা পান করে অ্যানোড ও ক্যাথোড গঠন করা যায়। এই সম্পর্কে পরবর্তী খণ্ডে জানবে)। গ্যালভানিক কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোড নির্ধারিত হয় ধাতুর সক্রিয়তা দ্বারা। তড়িৎপ্রবাহ হিসেবে ব্যবহৃত ধাতব দণ্ডদ্বয়ের মধ্যে অধিক সক্রিয় ধাতু অ্যানোড এবং কম সক্রিয় ধাতু ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। গ্যালভানিক কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোডকে সাধারণত ব্যাটারির মাধ্যমে সংযুক্ত করা হয় না। শুধু তারের মাধ্যমে যুক্ত করা হয়। প্রয়োজনে বাহ্যিক যুক্ত করা হয় বিদ্যুতের উৎপাদন নিশ্চিত হওয়ার জন্য।

### গ্যালভানিক কোষের ধাতু / ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ

বিভিন্ন প্রকারের তড়িৎপ্রবাহ রয়েছে। তন্মধ্যে ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ অন্যতম। কোনো একটি ধাতু যদি উক্ত ধাতুর দ্রবণের দ্রবণে ডুবানো থাকে, তাহলে তাকে ধাতু/ধাতু আয়ন তড়িৎপ্রবাহ বলে— যেমন: কপার ধাতুর দ্রব বা ধাতব পাত কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে, তাহলে তাকে কপার/কপার(II) বা  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  তড়িৎপ্রবাহ বলে। অনুপাতাবে,  $\text{Ag}/\text{Ag}^+(\text{aq})$  এবং  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  উল্লেখযোগ্য ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহের উদাহরণ।

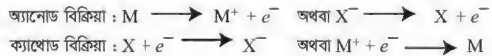
### তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া

উপরে আমরা ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ সম্পর্কে জানেছি।  $\text{Ag}/\text{Ag}^+(\text{aq})$  তড়িৎপ্রবাহের বিক্রিয়াকে আমরা নিম্নোক্তভাবে লিখতে পারি।



ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া উভদ্রুতী প্রকৃতির হয়ে থাকে। অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়ায় ধাতব  $\text{Ag}(\text{s})$  ইলেকট্রন ত্যাগ করে  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  আয়নে পরিণত হয়ে দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। অপরদিকে দ্রবণের  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  আয়নকে যদি একটি ইলেকট্রন প্রদান করা যায়, তাহলে  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  আয়ন ধাতব  $\text{Ag}(\text{s})$  এ পরিণত হবে।

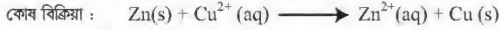
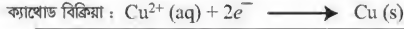
তাহলে তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া দ্বিপ্রকার বা বিদ্বন্দ্ব বিক্রিয়া। অর্থাৎ কোনো একটি তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের আদান অথবা প্রদান ঘটে। কিন্তু আমরা জানি, দ্বিপ্রকার-বিদ্বন্দ্ব যুগ্মত ঘটে। যদি একটি তড়িৎপ্রবাহ ইলেকট্রন প্রদান করে (দ্বিপ্রকার) তাহলে উক্ত ইলেকট্রনটি গ্রহণ করার জন্য আরেকটি তড়িৎপ্রবাহের প্রয়োজন নয় কিং আসলে ঠিক তাই। তড়িৎপ্রবাহের বিক্রিয়ায় দুইটি তড়িৎপ্রবাহ প্রয়োজন—ক্যাথোড ও অ্যানোড। তড়িৎপ্রবাহের কোষের যে তড়িৎপ্রবাহের বিদ্বন্দ্ব বিক্রিয়া সম্পন্ন তাকে ক্যাথোড বলে। আবার যে তড়িৎপ্রবাহের দ্বিপ্রকার বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় তাকে অ্যানোড বলে। গ্যালভানিক কোষে তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া সাধারণত স্বতঃস্ফূর্তভাবে সম্পন্ন হয়। আবার তড়িৎপ্রবাহ বিদ্যুৎ প্রবাহের মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া সম্পাদন করা যায়।



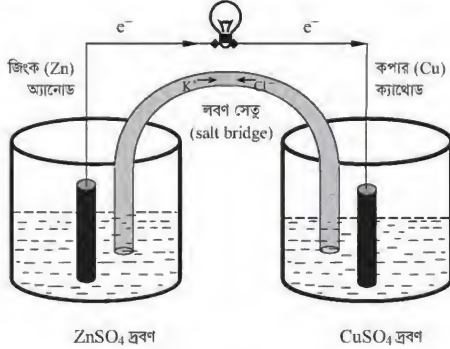
### ৮.১০ গ্যালভানিক কোষ

যে তড়িৎপ্রবাহের কোষে তড়িৎপ্রবাহ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে, অর্থাৎ বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য বাহির থেকে শক্তির দরকার হয় না এবং রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎশক্তিতে পরিণত হয়, তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে। ড্যানিয়েল কোষ (Daniel cell) একটি গ্যালভানিক কোষ। ড্যানিয়েল কোষে ক্যাথোড হিসেবে  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ ও অ্যানোড হিসেবে  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎপ্রবাহ ব্যবহৃত হয়। চিত্রে ৮.৯-এ ড্যানিয়েল কোষের গঠন দেখানো হলো। ক্যাথোড হিসেবে একটি পাত্রে কপার দ্রব কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে।

অন্য পাত্রে অ্যানোড হিসেবে জিংক দণ্ড জিংক সালফেটের জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। পাত্রদ্বয়ের দ্রবণের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য নিম্নলিখিত তড়িৎবিশেষ্য (KCl) দ্রবণপূর্ণ U-আকৃতির টিউব দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে ডুবানো হয়। এবার যদি তারের সাহায্যে তড়িৎধার দুটিকে সংযুক্ত করা হয়, তাহলে নিম্নোক্ত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে।



অর্থাৎ Zn অ্যানোড নিজে ইলেকট্রন ছেড়ে বিয়োজিত (dissolution) হয়ে দ্রবণে  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন হিসেবে দ্রবীভূত হবে। অপরদিকে, দ্রবণের  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব Cu হিসেবে ক্যাথোডে জমা হবে। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছে ইলেকট্রনের সমতা রক্ষা করে। তাহলে তার দিয়ে তড়িৎধার দুটিকে সংযুক্ত করলেই অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন প্রবাহের সৃষ্টি হবে। ইলেকট্রন প্রবাহ মানেই বিদ্যুৎ প্রবাহ। তাহলে আমরা বুঝলাম, যদি ড্যানিয়াস কোষের বাইরের তারের সাথে বৈদ্যুতিক বাহ্য যুক্ত করা হয়, তাহলে বাষ্পটি ছুঁলে উঠবে। এবার ভেবে দেখ, উল্লিখিত বিদ্যুৎপ্রবাহ কতক্ষণ চলবে? তাছাড়াও কোষ বিক্রিয়া শেষে তারের দিক থেকে জিংক ও কপার দণ্ডের অবস্থা কী হবে? নিজেরা চিন্তা করে বের কর ও খাতায় লেখ।



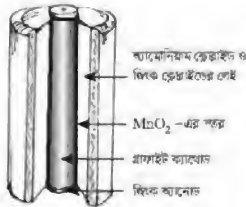
চিত্র-৮.৯: গ্যালভানিক কোষ।

চল এবার লবণ-সেতুর কার্য ও প্রয়োজনীয়তা বিবেচনা করি। আমরা দেখলাম যে, অ্যানোডে  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন তৈরি হয়ে দ্রবণে যায়। অপরদিকে, ক্যাথোডে দ্রবণ থেকে  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন Cu হিসেবে জমা হয়। তাহলে, অ্যানোড পাত্রে  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  আয়নের আধিক্য হয় ও ক্যাথোড পাত্রে  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  আয়নের ঘাটতি হয়। আমরা জানি যে, কোনো একটি বিশেষ আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) একা থাকতে পারে না। অর্থাৎ একটি ধনাত্মক আয়ন একটি ঋণাত্মক আয়নের উপস্থিতি ছাড়া তৈরি হয় না। উল্টোটিও ঠিক। সুতরাং অ্যানোড পাত্রে উৎপন্ন  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  আয়নের সমতুল্য পরিমাণ ঋণাত্মক আয়নের (সালফেট আয়ন) প্রয়োজন হবে। অন্যদিকে, ক্যাথোড পাত্রের দ্রবণ থেকে  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন Cu

হিসেবে জমা হওয়ার ফলে সমন্বয় পরিমাণ ঋণাত্মক আয়ন (সালফেট আয়ন) মুক্ত হবে। ফলে একদিকে অ্যানোড পাড়ে ধনাত্মক আয়ন  $\{Zn^{2+}(aq)\}$ , অপরদিকে ক্যাথোড পাড়ে ঋণাত্মক আয়নের (সালফেট) অধিকতা ঘটিবে। প্রকৃতপক্ষে, দুই পাড়ের মধ্যে আয়নের সমতা বজায় না থাকলে বিক্রিয়া ঘটিবে না। কাজেই, লবণ-সেচু যুক্ত করে অন্যথায় অবশ্যই ত ধনাত্মক  $\{K^{+}(aq)\}$  ও ঋণাত্মক  $\{Cl^{-}(aq)\}$  আয়নের সহায়তায় ক্যাথোড ও অ্যানোড-পাড়ে উদ্বেষিত আয়নের সমতা রক্ষা করা হয়।

### ৮.১১ ড্রাই সেলের গঠন ও ইলেকট্রন স্থানান্তরের কৌশল

ড্রাই সেল (কোষ) এক ধরনের গ্যালাভানিক কোষ (চিত্র-৮.১০)। প্রচলিতভাবে আমরা ড্রাই সেলকে ব্যাটারি বলে থাকি। উপরে আমরা গ্যালাভানিক কোষ সম্পর্কে জেনেছি। ড্রাই সেলের মধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করা হয়। সর্বাধিক পরিচিত ড্রাই সেল হলো— লেক্‌লেঞ্চ সেল (Leclanché cell)। ড্রাই সেল আমরা সাধারণত চিৎকাইট জ্বালতে, রেডিও কাজে, টিভির রিমোট চালাতে, খেলনা চালাতে প্রভৃতি কাজে ব্যবহার করি। গ্যালাভানিক কোষের নাম ড্রাই সেলও অ্যানোড ও ক্যাথোড দ্বারা গঠিত। অর্থাৎ হলো ড্রাই সেল গঠনে কোন তরল তড়িৎবিশ্লেষ্য (electrolyte) থাকে না। চল এবার ড্রাই সেলের গঠন ও এতে ইলেকট্রন প্রবাহ সৃষ্টি তথা বিদ্যুৎ উৎপন্ন হওয়ার কৌশল নিয়ে আলোচনা করি।

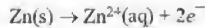


চিত্র-৮.১০ ড্রাই সেল

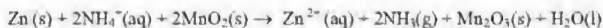
ব্যবহৃত করা হয়, তাহলে আমরা সেলের কেন্দ্রে কার্বন দণ্ড, তার উপর ম্যাঙ্গানিয়াম ডাইঅক্সাইডের আবরণ, এরপর পানি দিয়ে তৈরি স্টার্চ, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও জিংক ক্লোরাইডের ঘন কাই এবং সর্ববাহিরে ধাতব জিংকের পাত দেখতে পাব (চিত্র- ৮.১০)।

আমরা জানি, ইলেকট্রন প্রবাহের মধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়, আর ইলেকট্রন আদান-প্রদানের (জারণ-বিজারণ) ফলে ইলেকট্রন প্রবাহের সৃষ্টি করা যায়। চল ড্রাই সেলের অ্যানোড ইলেকট্রনের উৎপাদন ও ক্যাথোডে প্রবাহের কৌশল নিয়ে দেখি।

অ্যানোড বিক্রিয়া :



ক্যাথোড বিক্রিয়া :  $2NH_4^{+}(aq) + 2MnO_2(s) + 2e^{-} \rightarrow 2NH_3(g) + Mn_2O_3(s) + H_2O(l)$



অ্যানোডে জিংক দ্রব দ্রবিত হয়ে 2টি ইলেকট্রন ও জিংক আয়ন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন জিংক আয়ন ক্যাথোডের সাথে মিশে যাবে। অন্যদিকে, ক্যাথোডে অবস্থিত ম্যাঙ্গানিক্স ডাইঅক্সাইড অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিচ্ছিন্ন হয়ে যাবে। অ্যামোনিয়াম আয়ন ম্যাঙ্গানিক্স ডাইঅক্সাইডকে বিচ্ছিন্ন হতে সহায়তা করে মাত্র। কার্বন দ্রব, অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন পরিবহন করে। আমরা জানি, ইলেকট্রনের প্রবাহ সৃষ্টি করা মানেই বিদ্যুতের উৎপাদন, তাহলে যেখানে বিদ্যুৎ প্রয়োজন সেখানে ড্রাই সেল সংযুক্ত করলেই উল্লেখিত বিক্রিয়াসমূহ সংঘটিত হবে এবং আমরা বিদ্যুৎশক্তি পাব। ড্রাই সেল থেকে 1.5 ভোল্ট তড়িৎ বিতরণ পাওয়া যায়।

আমরা দেখি যে, একটি ড্রাই সেল কিছুদিন পর আর কাজ করে না, অর্থাৎ বিদ্যুৎশক্তি দেয় না। উপরের আলোচনা থেকে ভেবে দেখ, কেন এমন হয়? চল নিচের ছকটি (ছক-৮.১) পূরণ করি।

| সেলের উপাদান                    | ব্যবহারের পরের অবস্থা      | মন্তব্য  |
|---------------------------------|----------------------------|--|
| কার্বন দ্রব                     | দ্রবিত বা বিচ্ছিন্ন হতে না | ক্ষয় বা বৃদ্ধি হবে না। শুধু ইলেকট্রন প্রবাহে অংশগ্রহণ করে |
| জিংক অ্যানোড                    |                            |  |
| ম্যাঙ্গানিক্স ডাইঅক্সাইডের আবরণ |                            |  |
| অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড           |                            |  |
| পানি                            |                            |  |
| জিংক ফ্লোরাইড                   |                            |  |
| স্টার্ট                         |                            |  |

ছক-৮.১: ব্যবহারের পরে ড্রাই সেলের বিভিন্ন অংশের অবস্থা

শিক্ষার্থীরা সবাই মিলে একটি প্রায়তন ও একটি নতুন ড্রাই সেল নিয়ে পরীক্ষা করে উপরের ছকের উপরের সাথে মিলিয়ে দেখ। সাবধান! কোনভাবেই ড্রাই সেলের তিতরের রাসায়নিক দ্রব্যাদি শরীরের কোথাও লাগতে দেওয়া যাবে না। কাজটি করার সময় প্রয়োজনে হ্যান্ডগ্লাভস বা পলিথিন ব্যাগ হাতে লাগাও।

### ৮.১২ স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ব্যাটারির প্রভাব

আমরা বিভিন্ন ধরনের ব্যাটারি ব্যবহার করে থাকি যেমন— ড্রাই সেল (dry cell), মারকারি কোষ (mercury battery), লেড-স্টোরেজ (lead-storage battery) ও লিথিয়াম (lithium ion battery) ব্যাটারি। এসব ব্যাটারি বিভিন্ন ধাতু ও ধাতব আয়নের সমন্বয়ে তৈরি। উপরে দেখেছি যে, ড্রাই সেল গঠনে দ্রব (Zn) দ্রব ও  $MnO_2$  ব্যবহার করা হয়। মারকারি কোষে Zn ও মারকারি অক্সাইড ( $Hg_2O$ ) ব্যবহার হয়। আবার লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি, যাকে আমরা সচরাচর মাইক চালাবার কাজে ব্যবহৃত হতে দেখি) মূলত সিসা (Pb) ও সিসার অক্সাইড ( $PbO_2$ ) দ্বারা তৈরি। লিথিয়াম ব্যাটারিতে লিথিয়াম কোবাল্ট অক্সাইড ( $LiCoO_2$ ) ব্যবহার করা হয়। উল্লেখিত ধাতুসমূহকে ভারী ধাতু (heavy metal) বলে। রাসায়নিক ধর্মের বিবেচনায় ব্যাটারিতে ব্যবহৃত এসব ভারী ধাতু এবং ধাতব বৈশিষ্ট্যসমূহ বিপজ্জনক (toxic) ও জীবাণুজনক সৃষ্টিকারী (carcinogenic) হিসেবে পরিচিত। তাহলে ব্যাটারি ব্যবহারের পর ফেলে



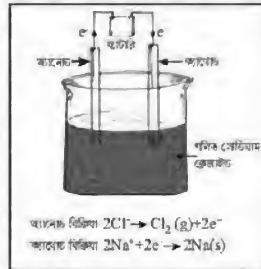
দিলে এসব ক্ষতিকারক হাভ ও ধাতব যৌগসমূহ মাটি ও পানির সাথে যুক্ত হয়। পরবর্তীতে তারা মাটিতে মিশে উদ্ভিদ ও ফসলে চলে আসে। অনুদ্রুপভাবে, পানিতে জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের দেহেও এসব ক্ষতিকারক রাসায়নিক পদার্থ প্রবেশ করে। এভাবে বাট্যিরিতে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ মাটি ও পানিতে হাতব পদার্থের ভরসাম্য নষ্ট করে এবং আমাদের খাদ্য-শিকল (food chain)-এ প্রবেশ করে। বাট্যিরির বর্জ্য দ্বারা দূষিত মাটি ও পানিতে জন্মের যাদ্য গ্রহণ করলে ক্যান্সারসহ নানান জটিল রোগের সৃষ্টি হতে পারে। সুতরাং বাট্যিরির বর্জ্য কোনভাবেই পরিবেশে ফেলা জটিল নয়। বরং বাট্যিরির বর্জ্য সংগ্রহ করে যথাযথ রাসায়নিক প্রক্রিয়ার মধ্যমে ব্যবহৃত হাভ ও ধাতব যৌগসমূহ পুনরুদ্ধার (recover) করে চক্রাকার (cyclic order)-এ নতুন বাট্যিরি তৈরিতে ব্যবহার করা যেতে পারে। এর ফলে পরিবেশ ও স্বাস্থ্য রক্ষা এবং অর্থসঞ্চয় করা সম্ভব।

### ৮.১৩ বিদ্যুৎ ব্যবহার করে বিক্রিয়া সংঘটন

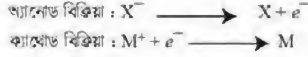
আমরা দেখেছি যে, গ্যালাভানিক কোষ যেমন- ড্যানিয়েল কোষ, তেই সেল বাট্যিরির ক্ষেত্রে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎপ্রেরণার বিক্রিয়া স্ব স্ব অত্যন্তভাবে ঘটে রাসায়নিক শক্তি থেকে বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন হয়। কিন্তু স্ব স্ব অত্যন্তভাবে ঘটে না এরকম অনেক বিক্রিয়াই তড়িৎরাসায়নিক কোষে বাহির থেকে বিদ্যুৎ প্রবাহের মধ্যমে সংঘটিত করা যায়। সহজভাবে বলতে গেলে, যেমন গ্যালাভানিক কোষে বিদ্যুৎশক্তি তৈরির ফলে কোষে সংযুক্ত বাহ্য জুলে, অপরদিকে তড়িৎবিশ্লেষ কোষে বাহ্যের পরিবর্তে উল্টো বিদ্যুৎশক্তির উৎস (বাট্যিরি) যুক্ত করতে হয়। যে কোষে বিদ্যুৎশক্তিকে ব্যবহার করে তড়িৎপ্রেরণার বিক্রিয়া সংঘটিত করা হয়, তাকে তড়িৎবিশ্লেষ কোষ (electrolytic cell) বলে। তড়িৎবিশ্লেষ কোষে বিদ্যুৎশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তড়িৎবিশ্লেষের সাহায্যে বাত্মপ্লে (electroplating) দেওয়া, হাভ বিশোধন করা ও নতুন রাসায়নিক পদার্থ উৎপাদন করা সম্ভব।

### ৮.১৪ তড়িৎবিশ্লেষণ ও তড়িৎবিশ্লেষের বিশিষ্ট হওয়ার কৌশল

তড়িৎবিশ্লেষ কোষের গঠন গ্যালাভানিক কোষের মতোই, তবে এক্ষেত্রে কোষ গঠনে বিদ্যুৎ গ্রহণকারীর (যেমন- বৈদ্যুতিক বাহ্য) পরিবর্তে কোষে বিদ্যুৎ সরবরাহকারী হিসেবে বিদ্যুতের উৎস (যেমন- বাট্যিরি) যুক্ত থাকে। তড়িৎবিশ্লেষ কোষ এক প্রকোষ্ঠ (one-compartment) বা দুই প্রকোষ্ঠ (two-compartment) বিশিষ্ট হতে পারে। দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎবিশ্লেষ কোষের গঠন ড্যানিয়েল কোষের মতো। চিত্রে একটি এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎবিশ্লেষ কোষ দেখানো হলো। কোষের মধ্যে বিদ্যুৎপ্রবাহ চাললে একটি ধনাত্মক পোল তড়িৎপ্রেরণ (অ্যানোড) ও অপরটি ঋণাত্মক পোল তড়িৎপ্রেরণ (ক্যাথোড) -এর সৃষ্টি হয়। এর ফলে তড়িৎবিশ্লেষ প্রবলে উপস্থিত আয়নসমূহ তাদের চার্জ অনুসারে তড়িৎপ্রেরণে আকৃষ্ট হয়, অর্থাৎ ঋণাত্মক আধানযুক্ত আয়ন অ্যানোড ও ধনাত্মক আধানযুক্ত আয়ন ক্যাথোড দ্বারা আকৃষ্ট হবে। ঋণাত্মক আয়ন অ্যানোডে ইলেকট্রন পুনর্দান (অক্সি) করে নতুন পদার্থে পরিণত হয়। অপরদিকে, ধনাত্মক আয়ন ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ (বিজারণ) করে নতুন পদার্থে রূপান্তরিত হয়। এভাবে তড়িৎবিশ্লেষ কোষের অ্যানোডের অক্সি বিক্রিয়ায় সৃষ্টি ইলেকট্রন প্রায়ের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে ক্যাথোডের বিজারণ বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় ইলেকট্রনের চাহিদা মেটায়।



চিত্র-৮.১১: তড়িৎবিশ্লেষ কোষ



এখানে বলে রাখা দরকার যে, কোষে বিদ্যুৎপ্রবাহের ফলে শুধু যে, আধানমুক্ত আয়ন আকৃষ্ট হয়, তা ঠিক নয়। দ্রবণে উপস্থিত আধানবিহীন যৌগও তাদের জারিত বা বিজারিত হওয়ার প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে অ্যানোড বা ক্যাথোড দ্বারা আকৃষ্ট হতে পারে। মেকিংবা তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে আয়নের ন্যায় চার্জবিহীন যৌগেরও জরুরা-বিজারন বিক্রিয়া সম্পাদন করা সম্ভব। এখন তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের বস্তু বা ব্যবহার নিয়ে আলোচনা করা যাক।

### ৮.১৫ তড়িৎরাসায়নিক কোষের প্রয়োগ

পাটনিকালে যদিও তড়িৎবিশ্লেষ্যের কৌশল প্রয়োগ করে শুধু এক ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হতো, কিন্তু আধুনিককালে তড়িৎবিশ্লেষ্যের ব্যবহার ব্যাপক। তড়িৎবিশ্লেষ্যের সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়ার প্রক্রিয়াকে ইলেকট্রোপ্লেটিং (electroplating) বলা হয়। আধুনিক রসায়নে তড়িৎবিশ্লেষ্য কৌশলের মাধ্যমে নতুন পদার্থের উৎপাদন, আকরিক থেকে ধাতুর নিষ্কাশন (extraction), বিদ্যুৎশক্তির উৎপাদন (ফুয়েল সেল), পরীক্ষাগারে রাসায়নিক পদার্থের বিশ্লেষণ (analysis), পদার্থের পরিশোধন (refining) ও বিশুদ্ধকরণ (purification), পরিবেশ দূষণকারী পদার্থের ব্যবস্থাপনা (pollutant management) ইত্যাদি করা হয়। চিকিৎসাশাস্ত্রে ব্যবহৃত কিছু কিছু যন্ত্রপাতির কৌশলও তড়িৎবিশ্লেষণ নির্ভর।



চিত্র-৮.১২: ফুয়েল সেল দ্বারা চালিত বাস

তড়িৎবিশ্লেষণ কৌশল ব্যবহার করে পোছা বা রূপার উপর সোনার প্রলেপ দেওয়া যায়। তড়িৎবিশ্লেষণ কৌশল ব্যবহার করে পানিকে অপরোজনীয় আয়নমুক্ত করে বিশুদ্ধ করা যায়।

হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয় যেখানে- অ্যানোডে হাইড্রোজেন অণু জারিত হয়, আর ক্যাথোডে অক্সিজেন অণু বিজারিত হয়ে পানি উৎপন্ন করে। ফলে কোষে ইলেকট্রন আন্দোলিত হতে ক্যাথোডে প্রবাহিত হয় এক আমরা বিদ্যুৎ পাই। উক্ত বিদ্যুতের সাহায্যে গাড়ি পর্বস্ত চলাচল করতে পারে (চিত্র-৮.১২)। পরীক্ষাগারে



চিত্র-৮.১৩: তড়িৎরাসায়নিক গ্লুকোজ সেন্সর

তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের মাধ্যমে বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে কোনো কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করা যায়, যেমন পানিতে আর্সেনিকের পরিমাণ নির্ণয়। তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে কর্তৃত্বকে পরিশোধন করে পরিবেশ রক্ষা করা যায়। ভায়োবৈটিক রোগীরা রক্তের মাধ্যে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য তড়িৎবিশ্লেষণ কৌশল নির্ভর সেন্সর (sensor) ব্যবহার করা হয়।

চিত্রে তড়িৎবিশ্লেষণ কৌশল বাহ্যিক করে মানবদেহের রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় দেখানো হলো (চিত্র-৮.১৩)। বাম হাতের আঙুলে গাথানো হোট অংশটিকে পাতাল অং চিকন অ্যানোড ও ক্যাথোড বসানো আছে। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোড ও ক্যাথোড

প্লাস্টিকের উপর ধাতুর পাতলা আবরণ, যা স্ক্রিন প্রিন্টিং প্রযুক্তির মাধ্যমে তৈরি করা হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে একটা ছোট ফাঁকা নালী (channel) থাকে। ডান হাতের মোটা অংশটি মূলত বিদ্যুৎ প্রবাহের উৎস (ব্যাটারি) ও বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে উদ্ভূত বিক্রিয়ার অংশগ্রহণকারী অণুর হিসাব-নিকাশ করার যন্ত্রবিশেষ নিয়ে গঠিত। তাহলে উল্লিখিত হিসাব-নিকাশ করার যন্ত্রাংশটি বাদ দিলে উপরে বর্ণিত বাকি অংশগুলো হলো— অ্যানোড, ক্যাথোড ও ব্যাটারি। এবার প্রাপ্ত অংশগুলোকে একটি তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের সাথে তুলনা করলে দেখব যে, তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ গঠনের জন্য শুধু তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রবণ অনুপস্থিত। আমরা জানি, মানবদেহের রক্তে বিভিন্ন রকমের তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ যেমন— অ্যান, প্রোটিন ইত্যাদি থাকে। যদি অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে ফাঁকা নালীতে রক্ত দেওয়া হয়, তাহলে একটি পূর্ণ তড়িৎ কোষ গঠিত হবে। আসলে, ফাঁকা নালীতে রক্ত দিলে কোষে সংযুক্ত উৎস হতে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে রক্তে অবস্থিত গ্লুকোজ অণু অ্যানোডে জারিত হয়। অন্যদিকে, হিসাব-নিকাশ করার যন্ত্রের সাহায্যে গ্লুকোজের জারণের ফলে উদ্ভূত ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করে যন্ত্রটি তার পর্দায় (screen) রক্তে অবস্থিত গ্লুকোজের পরিমাণ মনিটরে ডিজিটের (digit) সাহায্যে প্রকাশ করে। মজার ব্যাপার হলো, এ প্রযুক্তি ব্যবহার করে রক্তের গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করতে এক মিনিট সময়ই যথেষ্ট।

### ৮.১৬ পানির তড়িৎবিশ্লেষণ

আমরা জানি, পানির অণু ২টি হাইড্রোজেন ও ১টি অক্সিজেন মৌলের পরমাণু দ্বারা গঠিত। পানি গঠনের রাসায়নিক বিক্রিয়া নিচে দেখানো হলো।

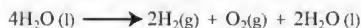
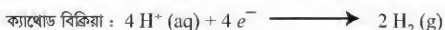


এক অণু হাইড্রোজেন ও অর্ধ অণু অক্সিজেন মিলে এক অণু পানি উৎপন্ন হয়। তাহলে পানির অণুকে ভাঙলে বিপরীত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস পাওয়া যায়।



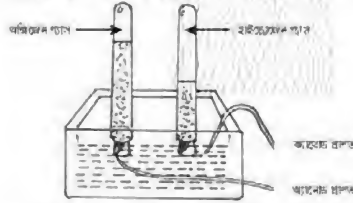
উক্ত বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত (spontaneous) নয়, অর্থাৎ বিক্রিয়াটি সংঘটিত করার জন্য শক্তি দিতে হয়। তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের মাধ্যমে পানিকে ভাঙা যায়। পানির বিশ্লেষণের জন্য যে তড়িৎরাসায়নিক কোষ ব্যবহৃত হয়, তাতে রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় ধাতুর অ্যানোড ও ক্যাথোড ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ধাতব প্রাটিনামের (Pt) পাত অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সালফিউরিক এসিড দ্বারা সামান্য অম্লীয় পানির দ্রবণ তৈরি করে তাতে প্রাটিনাম অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

পানি বিয়োজিত হয়ে হাইড্রোজেন অয়ন ও হাইড্রক্সিল অয়ন উৎপন্ন করে। হাইড্রক্সিল অয়ন অ্যানোডে জারিত হয়ে এক হাইড্রোজেন অয়ন ক্যাথোডে বিজারিত হয়।



অ্যানোডে হাইড্রক্সিল অয়ন জারিত হয়ে অক্সিজেন গ্যাস ও ইলেকট্রন তৈরি করে। অন্যদিকে, ক্যাথোডে হাইড্রোজেন অয়ন বিজারিত হয়ে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের

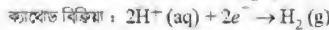
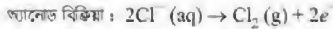
মধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছায়। এখানে উদ্ভূত যে, বিক্রিয়ময় সাংঘর্ষিকিক এসিডের কোনো পরিবর্তন বা ব্যয় হয় না। আসলে সাংঘর্ষিকিক এসিড শুধু দ্রবণের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবাহিতার কাজ করে।



চিত্র-৮.১৪: পানির তড়িৎ বিশ্লেষণ।

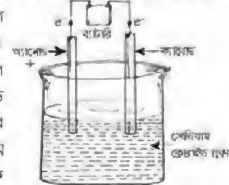
### ৮.১৭ সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণ

সোডিয়াম ক্লোরাইডের সমৃদ্ধ জলীয় দ্রবকে ব্রাইন (brine) বলা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবকে তড়িৎবিশ্লেষণ করে প্রধানত ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। বাণিজ্যিকভাবে ক্লোরিন উৎপাদনের জন্য সমুদ্রের পানিকে তড়িৎবিশ্লেষণ করা হয়। এক্ষেত্রে সমুদ্রের পানিকে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রব হিসেবে বিবেচনা করা হয়, কেননা সমুদ্রের পানিতে প্রচুর পরিমাণে লবণ থাকে। তড়িৎবিশ্লেষণ করার জন্য যথার্থভাবে আনোড ও ক্যাথোড গননাত্মক পানিতে ডুবিয়ে আন্তে বিদ্যুৎ প্রবাহ দেওয়া হয়। উদ্ভূত যে, সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবের ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। অন্যদিকে, ক্যাথোডে সঞ্চিত প্রধান অক্সিজেন-বিকারন বিক্রিয়ার আলোচনা করা হলো। সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবকে সোডিয়াম আয়ন ( $\text{Na}^+$ ), ক্লোরাইড আয়ন ( $\text{Cl}^-$ ) হাইড্রোজেন আয়ন ( $\text{H}^+$ ) ও হাইড্রক্সিল আয়ন ( $\text{OH}^-$ ) থাকে।



পানির তড়িৎবিশ্লেষণে দ্রবণের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবহনের জন্য যেমন সাংঘর্ষিকিক এসিড ব্যবহার করা হয়, এক্ষেত্রে তেমন কিছু বৃত্ত করার দরকার হয় না। কারণ সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবের উপস্থিতিতে সোডিয়াম আয়ন ( $\text{Na}^+$ ) ও ক্লোরাইড আয়ন ( $\text{Cl}^-$ ) বিদ্যুৎ পরিবাহিতার কাজ করে। বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে

আনোডে ক্লোরাইড আয়ন জরিত হয়ে ক্লোরিন গ্যাস ও ইলেকট্রন তৈরি হয়। অন্যদিকে, ক্যাথোডে হাইড্রোজেন আয়ন বিজারিত হয়ে হাইড্রোজেন গ্যাসে পরিণত হয়। প্রকৃতপক্ষে, আনোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছায় ও ক্যাথোডে হাইড্রোজেন আয়ন বিজারনের জন্য প্রয়োজনীয় ইলেকট্রনের সরবরাহ করে। দ্রবণের  $\text{OH}^-$  ও সোডিয়াম আয়ন ( $\text{Na}^+$ ) মিশ্রিত হয়ে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ( $\text{NaOH}$ ) হিসেবে থাকে। তাহলে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবকে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন গ্যাসের সাথে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উপ-জাত বৈশ (bi-product) হিসেবে পাওয়া যায়। এই দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণে পারদ ক্যাথোড ব্যবহার করা হলে ভিনুভাবে ক্যাথোড বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় (ঘলন অধ্যায়ে ট্যালেন্ট গ্রিনার অংশ দেখ)।



চিত্র ৮.১৫: সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণ

### ৮.১৮ তড়িৎবিশ্লেষণে উৎপাদিত পদার্থের বাণিজ্যিক ব্যবহার

তড়িৎবিশ্লেষণের মাধ্যমে আকরিক থেকে বিভিন্ন ধাতু যেমন— সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, তামা, দস্তা, লোহা, সিসা প্রভৃতি নিষ্কাশন করা হয়। আধুনিক বিশ্বে এসব ধাতুর ব্যবহার অপরিহার্য। লোহার বাণিজ্যিক ব্যবহার সর্বক্ষেত্রেই বিস্তৃত। দালান, ইमारত, রেলপথ, পাকা রাস্তা 1-ঘাট, সেতু, যানবাহন, বিমান, জাহাজ, যন্ত্রপাতি, কলকারখানা, আলবাবপত্র প্রভৃতি তৈরিতে লোহা ছাড়া বিবেচনা করা যায় কি? তাছাড়াও লোহার সংকর, ইস্পাত শক্ত ও মরিচারোধী ধাতব পদার্থ হিসেবে সমাদৃত। বাণিজ্যিকভাবে ইস্পাত লোহার পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। তামা দিয়ে তৈরি বৈদ্যুতিক তার বহুল ব্যবহৃত হয়। স্বল্প বিদ্যুৎরোধী হওয়ার কারণে তামার তার বাণিজ্যিকভাবে বেশি সমাদৃত। অ্যালুমিনিয়াম ধাতু ওজনে হালকা হওয়ার বিমান তৈরিতে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও রান্না-বান্না করার জন্য ব্যবহৃত হাড়ি-পাতিল অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে তৈরি।

বাণিজ্যিকভাবে ইলেক্ট্রোপ্রেটিং-এর মাধ্যমে লোহায় অন্য ধাতুর বিশেষ করে দস্তা ও ম্যাগনেসিয়ামের মরিচারোধক প্রলেপ দেওয়া হয়। এতে লোহার স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়। ইলেক্ট্রোপ্রেটিং-এর সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দিয়ে তা অত্যন্ত মসৃণ হয়। সহজলভ্য কোনো ধাতুর উপর মূল্যবান ধাতুর প্রলেপ দিয়ে বিভিন্ন ধরনের আর্কশীল্য অংকুর তৈরি করা হয়। বেনন-ক্লোরিন তৈরি অংকুরের উপর সোনার প্রলেপ দিয়ে অংকুরের উজ্জ্বল্য বৃদ্ধি করা হয়।

পানির তড়িৎবিশ্লেষণের মাধ্যমে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস মূল্যবান ও পরিবেশবান্ধব জ্বালানি। হাইড্রোজেনকে পোড়ালে পরিবেশের জন্য প্রয়োজনীয় পানি ও তাপ উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস বর্তমান সময়ের ফুয়েল সেলের সবচেয়ে ভালো জ্বালানি। সমুদ্রের পানির তড়িৎবিশ্লেষণে উৎপন্ন ক্লোরিন গ্যাস বাণিজ্যিকভাবে জীবাণুনাশক হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং বিভিন্ন কারখানার কাঁচামাল হিসেবে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (ক্ষার) প্রচুর ব্যবহার করা হয়।

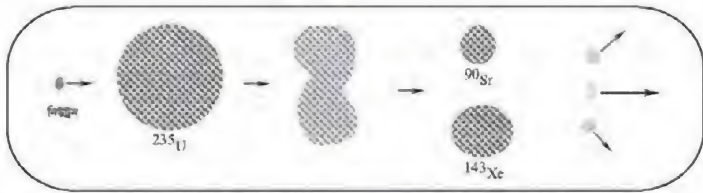
### ৮.১৯ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ উৎপাদন

আমরা রাসায়নিক কন্সনের ক্ষেত্রে দেখেছি যে, সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন আদান-প্রদান বা ভাগাভাগির মাধ্যমে রাসায়নিক কন্সন গঠিত হয়। নিউক্লিয়াসের কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ কোনো নতুন পরমাণুর গঠন হয় না, বরং পরমাণুগুলো সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের পরিবর্তনের মাধ্যমে সংযুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে। এক্ষেত্রে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও পানি (H<sub>2</sub>O) যৌগ গঠনের কৌশল বিবেচনা করা। এখানে আমরা এক বিশেষ ধরনের বিক্রিয়া সম্পর্কে জানব যেখানে ইলেকট্রনের বিষয়টি সম্পূর্ণ অনুপস্থিত, এখানে বিক্রিয়ার ফলে নতুন মৌলের সৃষ্টি হয়।

আমরা জানি, হাইড্রোজেন ব্যতীত, অন্য সব মৌলের নিউক্লিয়াস দু'ধরনের মৌলিক কণা দ্বারা গঠিত। কণাগুলো হলো— প্রোটন ও নিউট্রন। বড় মৌলসমূহ বিশেষ করে যাদের পারমাণবিক সংখ্যা ৪৩-এর বেশি তাদের নিউক্লিয়াস স্বতঃস্ফূর্তভাবে ডেঙে ছোট ছোট নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়। এভাবে বড় নিউক্লিয়াস ডেঙে ছোট নিউক্লিয়াস তৈরি হওয়ার সময় প্রচুর পরিমাণে শক্তি আলোকরশ্মি হিসেবে নির্গত হয়। বিষয়টিকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। যেমন— পোলোনিয়াম-210 (<sup>210</sup>Po) স্বতঃস্ফূর্তভাবে ডেঙে লিটা-206 (<sup>206</sup>Pb) ও ইউরেনিয়াম-238 (<sup>238</sup>U) ডেঙে থোরিয়াম-234 (<sup>234</sup>Th) উৎপন্ন হয়। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই আলফা কণা (যি-ধনাত্মক <sup>4</sup>He নিউক্লিয়াস) উৎপন্ন হয়।

আবার ছোট ছোট নিউক্লিয়াস একত্রে যুক্ত হয়ে বড় নিউক্লিয়াসও উৎপন্ন হতে পারে, যেমন উচ্চ তাপমাত্রায় (15 মিলিয়ন °C) চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াস যুক্ত হয়ে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস তথা হিলিয়াম পরমাণু উৎপন্ন করে। সূর্যের মধ্যে এ ধরনের বিক্রিয়া ঘটে থাকে। তাহলে আমরা বুঝলাম যে, নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় বড় নিউক্লিয়াস ভেঙে ছোট ছোট নিউক্লিয়াস গঠিত হয়, বাক্যে নিউক্লিয়ার ফিসন বিক্রিয়া (nuclear fission) বলা হয়। আবার ছোট ছোট নিউক্লিয়াস যুক্ত হয়ে বড় নিউক্লিয়াসও গঠিত হতে পারে। একে নিউক্লিয়ার ফিউসন (nuclear fusion) বিক্রিয়া বলে।

যদি কোনো স্বেচ্ছজিৎ য মৌলকে উচ্চশক্তিসম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত করা হয়, তাহলে স্বেচ্ছজিৎ য মৌলের নিউক্লিয়াসটি ভেঙে সাথে সাথে অনেক নতুন নিউক্লিয়াস সৃষ্টি করে। যেমন- ইউরেনিয়াম-235 কে উচ্চশক্তিসম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে ফিসন বিক্রিয়ার ফলে 30টি বিভিন্ন মৌলের সৃষ্টি হয়। এই বিক্রিয়ায় প্রথমে স্ট্রোন্টিয়াম-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) ও জেনন-143 ( $^{143}\text{Xe}$ ) গঠিত হয় ও দুটি উচ্চশক্তিসম্পন্ন নিউট্রন নির্গত হয়। উৎপন্ন নিউট্রন দুটি নতুন করে ইউরেনিয়াম-235 পরমাণু বা স্ট্রোন্টিয়াম-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) ও জেনন-143 ( $^{143}\text{Xe}$ ) কে আঘাত করে অননুপাতাবে নতুন পরমাণু ও নিউট্রন গঠিত করে। তাহলে একটি নিউট্রন দ্বারা একটি বড় পরমাণুকে আঘাত করলে দুটি নতুন ছোট পরমাণু ও দুটি নতুন নিউট্রনের সৃষ্টি হয়। এভাবে শিকড়ের ন্যায় নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া চলতে থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত বিক্রিয়ার মাধ্যমে বড় পরমাণু অবশিষ্ট থাকে। একে নিউক্লিয়ার শিকল বিক্রিয়া (chain reaction) বলে। এভাবে ফিসন বিক্রিয়ায় নতুন নিউক্লিয়াস সৃষ্টির সাথে সাথে প্রচুর পরিমাণ শক্তিও নির্গত হয়। আসলে ফিসন বিক্রিয়া হচ্ছে তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া। এক মোল ইউরেনিয়াম-235 নিউক্লিয়ার ফিসন বিক্রিয়ার মাধ্যমে  $2.0 \times 10^{13}$  জুল শক্তি উৎপন্ন করে।



চিত্র-১৮.১৬: নিউক্লিয়ার ফিসন বিক্রিয়ায় U-235 নিউক্লিয়াস একটি শক্তিবৃদ্ধ নিউট্রন গ্রহণ করে ভেঙে ছোট ছোট নিউক্লিয়াস তথা পরমাণুতে পরিণত হয়।

তাহলে বুঝা গেল যে, নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমে অল্প পরিমাণ রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহারের করে প্রচুর শক্তি উৎপন্ন করা যায়। এসে একর আমরা নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির মধ্যে একটি তুলনামূলক তুলে ধরি। এক মোল মিথেন গ্যাস পোড়ালে 891000 জুল শক্তি পাওয়া যায়। তাহলে এক মোল ইউরেনিয়াম-235 নিউক্লিয়ার ফিসন বিক্রিয়ার মাধ্যমে যে শক্তি পাওয়া যায় তার সমপরিমাণ শক্তি পেতে  $(2.0 \times 10^{13} \div 891000) = 2.2 \times 10^7$  মোল মিথেন গ্যাস পোড়াতে হবে।

**শিক্ষার্থীর কাজ:**  $2.2 \times 10^7$  মোল মিথেন গ্যাসের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন নির্ণয় কর। উক্ত পরিমাণ মিথেন পোড়ালে কী পরিমাণ কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হবে তা হিসাব কর।

তাছাড়াও নির্দিষ্ট কার্বন ডাইঅক্সাইড পরিবেশের জন্য যে মারাত্মক ক্ষতি করবে তাও অনুধাবন করা সম্ভব।

বিশ্বের বিভিন্ন দেশ পারমাণবিক চুল্লিতে (nuclear reactor) ফিশন বিক্রিয়ায় উদ্ভূত শক্তিকে ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করেছে। উত্তর আমেরিকা তাদের বিদ্যুতের মোট চাহিদার ২০% বিদ্যুৎ পারমাণবিক চুল্লি থেকে উৎপন্ন করে থাকে। পারমাণবিক চুল্লিতে ফিশন বিক্রিয়ার ফলে উদ্ভূত তাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার জন্য বিভিন্ন ধরনের পারমাণবিক চুল্লি ব্যবহৃত হচ্ছে। তন্মধ্যে লাইট ওয়াটার চুল্লি, হেভি ওয়াটার চুল্লি ও গ্লিডার চুল্লি অন্যতম।

পারমাণবিক চুল্লির সহায়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন সাশ্রয়ী হলেও এর ঝুঁকি রয়েছে। ফিশন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কোনো কোনো উৎপাদ তেজস্ক্রিয় পদার্থ, এরা বহুবছর পর্যন্ত তেজস্ক্রিয়তা ছাড়াতে পারে বা পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর। তবে বিভিন্ন দেশে আধুনিক প্রযুক্তি ব্যবহারের মাধ্যমে পরিবেশ দূষণ না করে পারমাণবিক চুল্লিতে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।



#### ৮.২০ পদার্থ দ্রবীভূত করে ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন পরীক্ষা (দশপত্র):

তিনটি পলিথিনের ব্যাগে আনুমানিক ২৫ সি সি করে পানি নাও এক ব্যাগুলিকে শনাক্তকরণ নম্বর ১, ২ ও ৩ দাও। ব্যাগের মুখ আটকানোর জন্য সূতা আগে থেকেই কেটে নাও। এবার ব্যাগ-১ এ সমান চুন (ক্যালসিয়াম অক্সাইড) যুক্ত করে মুখটি সূতা দিয়ে বন্ধ কর। এবার ব্যাগের গায়ে হাত দিয়ে তাপমাত্রার পরিবর্তন লক্ষ কর। এভাবে ব্যাগ-২ ও ব্যাগ-৩ -এ যথাক্রমে সোডা ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ও খাবারের সোডা ( $\text{NaHCO}_3$ ) যোগ কর। তারপর ব্যাগ ২টিতে লেবুর রস বা লবু এসিডের দ্রবণ যোগ করে তাড়াহুড়ি ব্যাগের মুখ শক্ত করে আটকিয়ে দাও এক পরিকর্তন লক্ষ কর। এক ছক-৮.২ প্রত্যক্ষ ঘটনাবলি লিপিবদ্ধ কর।

| ব্যাগ | সংযুক্ত দ্রব | লক্ষণীয় পরিবর্তন | সম্ভব বিক্রিয়া | বিক্রিয়ার ধরন |
|-------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|
| ১     |              |                   |                 |                |
| ২     |              |                   |                 |                |
| ৩     |              |                   |                 |                |

ছক-৮.২: তাপ উৎপাদী ও তাপগ্রহী বিক্রিয়ার পরীক্ষা

সর্তকতা ও পরামর্শ : (১) এসিড দ্রব ব্যবহার না করাই উত্তম, তবে লবু দ্রব সাবানতর সাথে ব্যবহার করা যেতে পারে, (২) মূল কল্প করার পূর্বে বস্তুর সম্ভব ব্যাগের মধ্যবর্তী বাতাস বের করে দিতে হবে ও (৩) কোনো পরিবর্তন লক্ষণীয় না হলে পানির পরিমাণ বর্ধিয়ে বেশি পরিমাণে দ্রব যুক্ত করতে হবে।

## অনুশীলনী

### বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

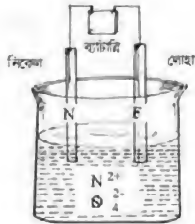
১. বিদ্যুৎ পরিবহনের কৌশলের উপর ভিত্তি করে পরিবাহী কত প্রকার?

ক. এক

খ. দুই

গ. তিন

ঘ. চার



ইলেকট্রোকেমিক্যাল সেল - এর স্কিম

উপরের চিত্রের আশেপাশে ২ ও ৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২. উদ্ভিদ পোকের প্রক্রিয়া দেখানো—

ক. পরিমল বৃদ্ধি করে

গ. ক্ষয়প্রাপ্ত করে

গ. দৃঢ়তা বৃদ্ধি করে

ঘ. বিশুদ্ধতা বৃদ্ধি করে

৩. উপরের চিত্রে—

i. Nক্ষয়প্রাপ্ত হয়

ii. Eক্ষয়প্রাপ্ত ও উদ্ভিদের হিচকে কাজ করে

iii. ইলেকট্রনের আদান-প্রদান ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii

খ. ii ও iii

গ. i ও iii

ঘ. i, ii ও iii

৪. ড্রাই সেলে নিচের কোনটি জারক হিসেবে কাজ করে?

ক. Zn দণ্ড

খ.  $MnO_2$

গ. কার্বন দণ্ড

ঘ.  $N_4^{+}$



## স্বল্পশীল ধর্ম:

১.

- i. পোটাসিয়াম +  $O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O +$  শক্তি
- ii.  $^{238}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{56}_{36}Ba + {}^{36}_{36}Kr + 3{}_0^1n +$  শক্তি
- iii.  $Zn + CuCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Cu +$  শক্তি

ক. ইলেকট্রোনেটিভ কী?

খ. অতিস্থানায়নিক কোষে লবাসেন্স ব্যবহার করা হয় কেন?

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় বিক্রিয়াটি রাসায়নিক বিক্রিয়া নহে- ব্যাখ্যা কর।

ঘ. শক্তি উৎপাদনে (i) ও (iii) এর বিক্রিয়া তুলন কর।

২.



ক. ধাতব পরিবাহী কী?

খ. এসিডমিশ্রিত পানিকে অতিবিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উপরের কোষে অ্যানোডে সংঘটিত বিক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়ায় অতিঃপ্রবাহের প্রয়োজনীয়তার যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও।

## নবম অধ্যায় এসিড-ক্ষার সমতা

পাবনা জেলার বেড়া উপজেলায় যমুনার চরে ১০টি চুল্লিতে গাড়ি/আইপিএস/সোলার প্যানেলের পরিত্যক্ত ব্যাটারির এসিড মেশানো গাদা থেকে সিসা আহরণ করা হচ্ছে। চুল্লিগুলোর বিবাক্ত ধোঁয়া ও উৎকট গন্ধে লোকজন অতিষ্ঠ। চুল্লির আশেপাশের জমিতে ফসল হচ্ছে না। ঘাস খেয়ে মরছে গবাদিপশু। খালি হাতে ব্যাটারি ভেঙে বিবাক্ত উপকরণ বের করে দলিত্র শ্রমিক। তাদের হাতে দেখা দিয়েছে যা।

ব্যাটারির প্রাস্টিক কভারের ভেতরে দুটি চেম্বারে লঘু সালফিউরিক এসিড ( $H_2SO_4$ ), সিসা (লেড; Pb) এবং লেড ডাইঅক্সাইড ( $PbO_2$ ) থাকে। ব্যাটারির ছাই ও গাদের ওপর তাপ দিলে সালফিউরিক এসিড বিযোজিত হয়ে সালফার ট্রাইঅক্সাইড ( $SO_3$ ) এবং সালফার ডাইঅক্সাইড ( $SO_2$ ) উৎপন্ন হয়। এই দুয়ের মিশ্রণ ঘন কুয়াশার মতো অবস্থা সৃষ্টি করে। ঐ এলাকায় এসিডবৃষ্টির কুঁকি দেখা দিয়েছে। লেড ও লেড যৌগ অত্যন্ত বিবাক্ত পদার্থ। খালি হাতে ব্যাটারি ভাঙা ও ভেতরের বর্জ্য স্পর্শ করাও স্বাভাবিক নয়।



পরিত্যক্ত ব্যাটারির স্থ প

অত্যন্ত কার্যকর দূষণ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা অবলম্বন করে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে ১৯৭২-২০০১ সালে ব্যবহৃত ব্যাটারির ৯৭% লেড আহরণের পাশাপাশি সালফিউরিক এসিড ( $H_2SO_4$ ) এবং প্রাস্টিক পুনঃপ্রক্রিয়াজাত করা হয়েছে।

### এই অধ্যায়ের পাঠ শেষে আমরা-

- (১) অম্ল, ক্ষার ও লবণের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) পরিচিত পরিবেশের পদার্থগুলো মৃদু থেকে অম্ল, ক্ষার ও লবণকে শনাক্ত করতে পারব।
- (৩) ক্ষারক ও ক্ষারক্ষারীয় পদার্থের পার্থক্য করতে পারব।
- (৪) ব্যবহার্য পদার্থের ওপর অম্ল ও ক্ষারের হস্তান্তর বর্ণনা করতে পারব।
- (৫) বৃষ্টি ছি পদার্থের ওপর অম্ল ও ক্ষারক্ষারীয় দ্রবের প্রভাবের আর্থিক ক্ষতি হ্রাস করতে পারব।
- (৬) pH -এর ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৭) pH -পরিমাপের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৮) পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় অম্ল-ক্ষার সমতার গুরুত্ব অনুধাবন করতে পারব।
- (৯) এসিড বৃষ্টির কারণ, ক্ষতিকর নিকামুহ্ন এক তা থেকে রক্ষার উপায় ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১০) পানিস্নায় ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১১) পানির খারাপ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১২) খারাপ পানি ব্যবহারে সুবিধামুহ্ন উদ্ভাষ করতে পারব।
- (১৩) খারাপ পানি ব্যবহারে আর্থিক ক্ষতি ব্যাখ্যা করতে পারব।

- (১৪) পানিদ্রবের কারণ ও পরিবেশের উপভাসমুহ্ন বর্ণনা করতে পারব।
- (১৫) আনৈমিকমুক্ত পানি পানের ক্ষতিকর দ্রব উদ্ভাষ করতে পারব।
- (১৬) pH পরিমাপের মাধ্যমে গৃহের ল্যাবরেটরী পানির স্বচ্ছতা নির্ণয় করতে পারব।
- (১৭) বৈদ্যুতিকের দ্রবের pH মান নির্ণয় করে বা সীতামান বা ইন্ডিকটরসি ইন্ডিকটর ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক স্বচ্ছতা (এসিড, ক্ষার) করতে পারব।
- (১৮) দ্রব মুহ্ন পানি ব্যবহারে আর্থিক স্বচ্ছতা করব।
- (১৯) এসিড সন্ধ্যায়ের কারণে দ্রব সন্ধ্যায়ের সন্ধ্যায়ের পরিষ্কার দ্রব এক অনুমোদন করতে পারব।
- (২০) ব্যবহার্য পদার্থের ওপর অম্ল ও ক্ষারের হস্তান্তর পদার্থ মাধ্যমে প্রযোজ্য করতে পারব।
- (২১) অম্ল ও ক্ষারক্ষারীয় পদার্থ ব্যবহারের ক্ষেত্রে মাধ্যম পদার্থ-সংক্রিয়াকর্মক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে পারব।

### ৯.১ এসিড

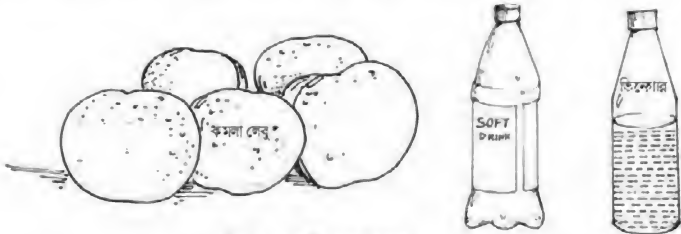
তুমি কি কখনো টক দুধ/দধি খেয়েছ? অতিরিক্ত খাওয়ার ফলে কখনো তোমার পাকস্থলিতে সমস্যা অনুভব করেছ? যদি উত্তর হ্যাঁ হয় তবে তুমি এসিডের রসায়ন অনুভব করেছ।

#### বিকপীয় কাজ:

ভোগ্যপত্রো এসিড

১. পত্র-পত্রিকা, পুঁকিসঙ্কোচ বইপুস্তক দেবে এসিডসমৃদ্ধ ফল-মূল ও বিভিন্ন দ্রব্যপত্রো উপস্থিত এসিডের নমুনা পত্রের একটি তালিকা কর।
২. তালিকাটি ক্লাসের অন্যান্য কিশুরের সাথে মিলিয়ে নাও।

তুমি খাসায় নানা রকম এসিডের সংস্পর্শ পাবে। যেমন, সমস্ত ড্রিংকসগুলো (কার্বনিক এসিড), লেবু বা কমলা (সাইট্রিক এসিড), শেঁকুদে টারটারিক এসিড, ভিনেগার (ইথানয়িক এসিড)। এই এসিডগুলো আমরা খাই, রান্নায় ব্যবহার করি। এদের সবগুলোর স্বাদ টক। এগুলো তোমার খাদ্য পরিপাককে সাহায্য করে। মুখে রুচি আনে। ভিটামিন-সি-এর চাহিদা মেটায় এবং রোগ প্রতিরোধে সাহায্য করে। তোমার পাকস্থলির দেওয়াল হাইড্রোক্লোরিক এসিড উৎপন্ন করে। এর পরিমিত পরিমাণ খাদ্য পরিপাকের জন্য আবশ্যিক। অতিরিক্ত এসিড উৎপন্ন হলে পাকস্থলি ও গলায় প্রদাহ অনুভব কর। যে সব খাদ্য খেলে অতিরিক্ত এসিড উৎপন্ন হয় সবসময় তা পরিহার করে চলবে।



চিত্র ৯.১ : অম্লীয় খাদ্য উপাদান

ল্যাবরেটরিতে তুমি কতগুলো ভিন্ন ধরনের এসিড পাবে। এগুলো হলো : ১. হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl),

২. সালফিউরিক এসিড ( $H_2SO_4$ ) এবং ৩. নাইট্রিক এসিড ( $HNO_3$ )।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের তরলীকৃত দ্রব্য হলো হাইড্রোক্লোরিক এসিড। বিশুদ্ধ হাইড্রোক্লোরিক এসিড, সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিড কাঁচীন তরল পদার্থ। গাঢ় এসিডে সামান্য পরিমাণে পানি উপস্থিত থাকে। অপেক্ষিত লঘু এসিডে তুলনামূলকভাবে বেশি পরিমাণে পানি থাকে। ল্যাবরেটরিতে অতিরিক্ত পানিতে এই এসিডগুলোর দ্রব্য প্রস্তুত করে ব্যবহার করা হয়।

### ৯.২ লঘু এসিডের ধর্ম

১. স্বাদ : প্রায় সকল লঘু এসিড টক স্বাদযুক্ত।

কখনোই ল্যাবরেটরিতে কেবল এসিডের দ্রব্য নিতে চেষ্টা করবে না।

## শিক্ষণীয় কাজ :

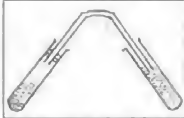
ল্যাবরেটরিতে লবু এসিডের রাসায়নিক ধর্ম পরীক্ষণ:

২. **লিটমাস পরীক্ষা:** লবু হাইড্রোক্সেট্রিক এসিডে ভেজা লাল ও নীল লিটমাস কাগজ দুবিধে পর্যবেক্ষণ কর। একইভাবে লবু সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষাটি কর। ফলাফল পরবর্তী পৃষ্ঠার নমুন ছকে লিপিবদ্ধ কর।

৩. **সক্রিয় ধাতুর সাথে লবু এসিডের বিক্রিয়া :**

- ক. একটি টেস্টটিউবে 3-5mL লবু হাইড্রোক্সেট্রিক এসিড ন্যূন।  
 খ. এতে এক টুকরা পরিষ্কার (সেভেনসেপার দিয়ে ধোয়ে) ম্যাগনেসিয়াম রিবন যোগ কর।  
 গ. টেস্টটিউবটির মুখে একটি জ্বলন্ত কান্ডি ধর।  
 ঘ. আয়রন ও কপার চূর্ণ নিয়েও পরীক্ষাটি সম্পন্ন কর।  
 ঙ. একইভাবে লবু সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষাটি কর।  
 চ. ফলাফল পরবর্তী পৃষ্ঠার নমুন ছকে লিপিবদ্ধ কর।

লবু এসিডের সাথে সক্রিয় ধাতু K ও Na বিস্ফোরনসহ বিক্রিয়া করে।  
 সুতরাং ল্যাবরেটরিতে এদের পরীক্ষা করবে না।



চিত্র ৯.২ : ধাতব কার্বনেটের সাথে এসিডের বিক্রিয়া

৪. **ধাতব কার্বনেটের সাথে এসিডের বিক্রিয়া:**

- ক. একটি টেস্টটিউবে 1গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট ন্যূন।  
 খ. এতে 3-5mL লবু হাইড্রোক্সেট্রিক এসিড যোগ কর।  
 গ. চিহ্নের ন্যায় যন্ত্রসজ্জায় উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানির মধ্য দিয়ে চালনা কর।  
 ঘ. একইভাবে লবু সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষাটি কর।  
 ঙ. ফলাফল পরবর্তী পৃষ্ঠার নমুন ছকে লিপিবদ্ধ কর।

৫. **ধাতব হাইড্রোক্সেট্রিক কার্বনেটের সাথে এসিডের বিক্রিয়া :**

- ক. একটি টেস্টটিউবে 1গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রোক্সেট্রিক কার্বনেট ন্যূন।  
 খ. এতে 3-5mL লবু হাইড্রোক্সেট্রিক এসিড যোগ কর।  
 গ. ৫ নং পরীক্ষার চিহ্নের ন্যায় যন্ত্রসজ্জায় উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানির মধ্য দিয়ে চালনা কর।  
 ঘ. একইভাবে লবু সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষাটি কর।  
 ঙ. ফলাফল পরবর্তী পৃষ্ঠার নমুন ছকে লিপিবদ্ধ কর।

৬. **ধাতুর হাইড্রক্সাইডের সাথে এসিডের বিক্রিয়া :**

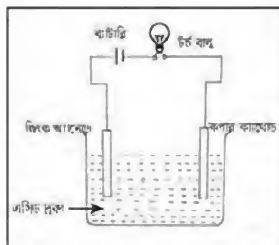
- ক. একটি টেস্টটিউবে 3-5mL লবু হাইড্রোক্সেট্রিক এসিড ন্যূন।  
 খ. এতে 1গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগ কর।  
 গ. মিশ্রণটিকে ধূম খাতে 30 মিনিট গরম কর।  
 ঘ. অতঃপর মিশ্রণটিকে রেখে দিয়ে ঠাণ্ডা হতে দাও।  
 ঙ. একইভাবে লবু সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষাটি কর।  
 চ. ফলাফল পরবর্তী পৃষ্ঠার নমুন ছকে লিপিবদ্ধ কর।

## ৭. ধাতুর অক্সাইডের সাথে এসিডের বিক্রিয়া :

- একটি টেস্টটubesে 3-5mL লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড নিন।
- এতে 1 গ্রাম কপার(II) অক্সাইড যোগ কর।
- মিশ্রণটিকে মৃদু গায়ে 30 মিনিট গরম কর।
- অতঃপর মিশ্রণটিকে রেখে দিয়ে ঠাণ্ডা হতে দাও।
- একইভাবে লঘু সাপফিটরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিডে পরীক্ষা কর।
- ফলাফল নিচের নমুনা ছকে লিপিবদ্ধ কর।

## ৮. লঘু এসিডের বিদ্যুৎ পরিবাহিতা :

- একটি বিকারের অর্ধেক পরিমাণ অংশে লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড নিন।
- চিহ্নের ন্যায় বস্ত্রসজ্জা কর।
- ব্যাটারির সাহায্যে বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত কর।
- ফলাফল নিচের নমুনা ছকে লিপিবদ্ধ কর।



চিত্র ৯.৩ : এসিড দ্রবের পরিবাহিতার পরীক্ষা

ছকের নমুনা

| ক্রমিক নং | পরীক্ষা | পর্যবেক্ষণ | সিদ্ধান্ত |
|-----------|---------|------------|-----------|
| ১.        |         |            |           |
| ২.        |         |            |           |

## ৯.৩ পরীক্ষাসমূহের ফলাফল বিশ্লেষণ

## ক. সক্রিয় ধাতুর সাথে এসিডের বিক্রিয়া:

রাসায়নিক সক্রিয়তা সিরিজে হাইড্রোজেনের উপরের ধাতুসমূহ লঘু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



যেমন, ম্যাগনেসিয়াম ধাতু লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড, লঘু সাপফিটরিক এসিড ও অতি লঘু নাইট্রিক এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

এতে প্রমাণিত হয় যে লঘু এসিডে হাইড্রোজেন আয়ন উপস্থিত।



এই বিক্রিয়াগুলোকে নিচের আয়নিক সমীকরণ দিয়ে প্রকাশ করা যায়।

| ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ |       |
|-----------------------|-------|
| ধাতু                  | সংকেত |
| পটাসিয়াম             | K     |
| সোডিয়াম              | Na    |
| ক্যালসিয়াম           | Ca    |
| ম্যাগনেসিয়াম         | Mg    |
| প্রাইমেরিয়াম         | Al    |
| জিঙ্ক                 | Zn    |
| ফারাস                 | Fe    |
| লেড                   | Pb    |
| হাইড্রোজেন            | H     |
| কপার                  | Cu    |
| সিলভার                | Ag    |

এসিড থেকে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন ক্ষমতার লিঙ্গিত ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ



তেল্যপ্য তিনেগার ও লেবুর রস ম্যাগনেসিয়ামের সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। কপার হাইড্রোক্সেটিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে না কিন্তু লবু ও গাঢ় নাইট্রিক এসিড ও গাঢ় সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে। এই তিনুতর কারণ হলো নাইট্রিক এসিড ও সালফিউরিক এসিডের জারণ ধর্ম। এসিডগুলো নিম্নোক্তভাবে জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে এবং ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে।



মধ্যম গাঢ় বর্ণহীন



গাঢ় বাদামি বর্ণ



গাঢ়

বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জায়মান অক্সিজেন বিক্রিয়ায় উপস্থিত ধাতুকে জারিত করে ধাতুর অক্সাইড উৎপন্ন করে। ধাতুর অক্সাইড এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। উপরের জারণ বিক্রিয়া এবং এসিড স্ফার প্রশমন বিক্রিয়া যোগ করে সম্পূর্ণ বিক্রিয়া প্রকাশ করা হয়।

খ. ধাতব কার্বনেটের সাথে এসিডের বিক্রিয়া:

লবু এসিড ধাতব কার্বনেটের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



সোডিয়াম কার্বনেট (কঠিন বা জলীয় দ্রবণ) লবু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাসের বুদবুদ উৎপন্ন করে।



এই সমীকরণগুলোকে নিচের আয়নিক সমীকরণ দ্বারাও প্রকাশ করতে পারবে।



চুনাপাথর বা ক্যালসিয়াম কার্বনেট লবু হাইড্রোক্সেটিক এসিড ও লবু নাইট্রিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম লবণ ও কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। লবু সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম কার্বনেটের উপরিতলে অন্রবণীয় ক্যালসিয়াম সালফেটের আচ্ছন্ন রণ সৃষ্টি হয় বলে বিক্রিয়া শেষ পর্যন্ত অবসর হয় না।



নিচের আয়নিক সমীকরণের সাহায্যেও বিক্রিয়াসমূহ উপস্থাপন করা যায়।



গ. ধাতব হাইড্রোজেন কার্বনেটের সাথে এসিডের বিক্রিয়া:

লবু এসিড ধাতব হাইড্রোজেন কার্বনেটের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।

ধাতব হাইড্রোজেন কার্বনেট + লবু এসিড  $\longrightarrow$  লবণ + পানি + কার্বন ডাইঅক্সাইড

সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (কঠিন বা জলীয় দ্রবণ) লবু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাসের বুদবুদ উৎপন্ন করে।



এই সমীকরণগুলোকে নিচের আয়নিক সমীকরণ দ্বারাও প্রকাশ করতে পারবে।



ঘ. ধাতুর হাইড্রক্সাইড ও অক্সাইডের সাথে এসিডের বিক্রিয়া:

ধাতুর হাইড্রক্সাইড ও অক্সাইড হলো ক্ষারক। এসিড ও ক্ষারকের বিক্রিয়ায় লবণ এবং পানি উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ায় এসিড ও ক্ষারক উভয়ের বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম লোপ পায়। এ বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলা হয়।

এসিড + ধাতুর হাইড্রক্সাইড  $\longrightarrow$  লবণ + পানি

এসিড + ধাতুর অক্সাইড  $\longrightarrow$  লবণ + পানি

লবু হাইড্রোক্সেলিক এসিডের সাথে ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়ায় ম্যাগনেসিয়াম ফ্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন হয়।



লবু সালফিউরিক এসিডের সাথে কপার (II) অক্সাইডের বিক্রিয়ায় কপার (II) সালফেট ও পানি উৎপন্ন হয়।



লবু নাইট্রিক এসিডের সাথে ক্যালসিয়াম অক্সাইডের বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম নাইট্রেট ও পানি উৎপন্ন হয়।



ঙ. লবু এসিডের বিদ্যুৎ পরিবাহিতা:

সকল লবু এসিড তড়িৎ পরিবাহী। তুমি চিত্রের ন্যায় (চিত্র-৯.১৩) যন্ত্রসম্বন্ধ করে লবু এসিডের তড়িৎ পরিবাহিতার পরীক্ষা করতে পার।

চ. এসিডের রাসায়নিক ধর্মের পানির ভূমিকা:

তুমি এ পর্যন্ত এসিডে যে সকল বৈশিষ্ট্য চেনেছ তার সবই জলীয় দ্রবণে। পানির অনুপস্থিতিতে অম্লীয় বৌগ্য কেমন ধর্ম প্রদর্শন করে?

অনর্ধ সাইট্রিক এসিডের ক্রিস্টালের উপর শুক নীল লিটমাস পেপার স্পর্শ করো। কী দেখতে পেলো? কোনো পরিবর্তন

হলো না। পরিবর্তন না হওয়ার কারণ অনার্দ্র সাইট্রিক এসিডের ক্রিস্টালে কোনো হাইড্রোজেন আয়ন নেই। জলীয় দ্রবণে সাইট্রিক এসিড হাইড্রোজেন আয়ন দেয়। একে আয়নিকরণ বলে। জলীয় দ্রবণে উপস্থিত হাইড্রোজেন আয়ন এসিডের বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম প্রদর্শন করে। জলীয় দ্রবণে সাইট্রিক এসিড আংশিক আয়নিত হয়। ইথানয়িক এসিড, কার্বনিক এসিড ও জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয়।



জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় ও হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন হয়।



বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিড বর্ণহীন তরল পদার্থ। এতে যৌগ দুটি আণবিক অবস্থায় থাকে। আয়নিত নয় অর্থাৎ হাইড্রোজেন আয়ন উপস্থিত নেই বলে বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রিক এসিড এসিডের বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম প্রদর্শন করে না। এদেরকে পানিতে দ্রবীভূত করা মাত্র হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করে এবং এসিডের বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম প্রদর্শন করে। এই হাইড্রোজেন আয়ন আম্যমাত্র থাকে বলে এসিড বিদ্যুৎ পরিবহন করে।



যে সকল এসিড জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয় তারা দুর্বল এসিড। একইভাবে যে সকল ক্ষার জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয় তারা দুর্বল ক্ষার। সবল এসিড ও সবল ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত হয়। অর্থাৎ দুর্বল এসিডের দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের পরিমাণ সবল এসিডের তুলনায় কম থাকে। একইভাবে দুর্বল ক্ষারের দ্রবণে হাইড্রক্সাইড আয়নের পরিমাণ সবল ক্ষারের তুলনায় কম থাকে।

#### শিক্ষার্থীর কাজ :

সবল এসিডে উপস্থিত সাধারণ মৌল এবং বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম প্রদর্শনের জন্য আবশ্যিক আয়নের বিবেচনায় এসিডের সংজ্ঞা দাও।

- একটি বর্ণহীন দ্রবণকে কীভাবে এসিড হিসেবে শনাক্ত করবে?

### ৯.৪ ক্ষারক এবং ক্ষার

ক্ষারক হলো ঐ সবল পদার্থ যা এসিডকে প্রশমিত করে এর বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম বিলুপ্ত করে। সাধারণত ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডসমূহ ক্ষারক। ক্ষারক, একটি এসিডকে প্রশমন করলে লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।





ক্ষার একটি বিশেষ ধরনের ক্ষারক। এটি পানিতে সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত হয়। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড, ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড, সোডিয়াম অক্সাইড, ক্যালসিয়াম অক্সাইড ইত্যাদি ক্ষার। অ্যামোনিয়া গ্যাসের জলীয় দ্রবণ ক্ষার। অপরপক্ষে কপার অক্সাইড, অয়রন অক্সাইড, অয়রন হাইড্রক্সাইড ইত্যাদি পানিতে দ্রবীভূত হয় না বলে এগুলো ক্ষারক, ক্ষার নয়।

বাসাবাড়িতে ক্ষারজাতীয় পদার্থ

বাসাবাড়িতে পরিচ্ছন্নতা কাজে ক্ষারজাতীয় পদার্থের বেশ ব্যবহার আছে। এগুলো তেল বা চর্বি সাথে বিক্রিয়া করে সাবান উৎপন্ন করে।

কয়েকটি বহুলপ্রচলিত ক্ষার ও এদের ব্যবহার তালিকায় উপস্থাপন করা হলো:

| নাম                                     | রাসায়নিক সংকেত     | ব্যবহার                                       |
|---|---------------------|---|
| সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড<br>বা কস্টিক সোডা | NaOH                | টয়লেট ক্লিনার হিসেবে                         |
| অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড               | NH <sub>4</sub> OH  | কাচ পরিষ্কারক হিসেবে                          |
| ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড<br>বা কলিচুন   | Ca(OH) <sub>2</sub> | পানি ঝাওয়ার চুন বা বেওয়ালে চুনকাম করার জন্য |

ল্যাবরেটরিতে তুমি অনেক ক্ষার পাবে। যেমন: ১. পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড (KOH) ২. সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) ৩. ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড Ca(OH)<sub>2</sub> এবং ৪. অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ [NH<sub>4</sub>OH]।

### ৯.৫ লবু ক্ষারের ধর্ম

স্বাদ : সকল ক্ষার দ্রবণ কটু স্বাদ ও গম্ভীর যুক্ত।

শিক্ষার্থীর কাজ:

ল্যাবরেটরিতে লবু ক্ষারের রাসায়নিক ধর্ম পরীক্ষণ:

২. অনুভব: স্পর্শে সকল ক্ষার পিচ্ছিল অনুভূত হয় (এই পরীক্ষাটি ত্বকের ক্ষতি করে)।

৩. লিটমাস পরীক্ষা: লবু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড তেজা লাল ও নীল লিটমাস কলাজ দুটির পর্যবেক্ষণ কর। একইভাবে লবু ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড ও লবু অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরীক্ষা কর। ফলাফল নমুনা ছকে লিপিবদ্ধ কর।

৪. ধাতব আয়নের সাথে লবু ক্ষারের বিক্রিয়া:

ক. চিত্রের (চিত্র ৯.৪) ন্যায় 1টি স্ট্যাণ্ডে ৪টি টেস্টটিউব পরপর সাজাও।

খ. পর্যায়ক্রমে টেস্টটিউবগুলোতে 2mL করে অ্যালুমিনিয়াম, ক্যালসিয়াম, লেড, ম্যাগনেসিয়াম, অয়রন(II), অয়রন(III), কপার(II) ও জিংক -এর নাইট্রেট লবণের দ্রবণ নাও।

গ. প্রতিটি টেস্টটিউবে 2/3 ফোঁটা করে লবু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড

কখনোই ল্যাবরেটরিতে কোনো ক্ষারের স্বাদ নিতে চেষ্টা করবে না।

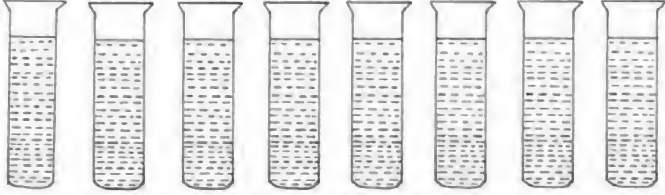
লবু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, লবু অ্যামোনিয়া দ্রবণ, কপার লবণ এবং লেড লবণ ব্যবহারে সতর্ক থাকবে।

দ্রবীভূত করে বীজাণু শু পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর।

৬. অতঃপর প্রতিটিতে পুনরায় পরিবর্তন না হওয়া পর্যন্ত আরো গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত করে বীজাণু শু পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর।

৭. একইভাবে গাঢ় অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ব্যবহার করে পরীক্ষাটি কর।

৮. ফলাফল নিচের নমুনা ছকে লিপিবদ্ধ কর।



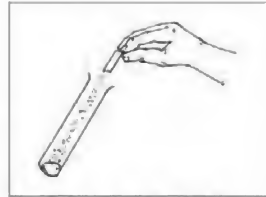
চিত্র ৯.৪ : বিভিন্ন গ্যাসের দ্রবনে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগ করে পরীক্ষা

ছকের নমুনা

| ক্রমিক<br>নং | হাতের অঙ্কন | NaOH(aq) যোগ করার ফলে<br>উৎপন্ন গ্যাসের হাইড্রক্সাইড | উৎপন্ন গ্যাসকে পেরে বর্ষ | গাঢ়ক পরিমাণে NaOH(aq)<br>যোগ করা হলে পরিবর্তিত বর্ষ |
|--------------|-------------|--|--------------------------|--|
| 1.           |             |  |                          |  |
| 2.           |             |  |                          |  |
| 3.           |             |  |                          |  |
| 4.           |             |  |                          |  |
| 5.           |             |  |                          |  |

৫. অ্যামোনিয়াম বৌপের সাথে করার বিকিয়া:

- একটি মর্টারে 1 স্প্যাচুলা পরিমাণ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও 2 স্প্যাচুলা পরিমাণ ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড নও।
- পেস্টের সাহায্যে কঠিন পদার্থগুলোকে ভালোভাবে মেশাও।
- মিশ্রপটিকে একটি চৌকিডিতে হা'নাঙ্কর কর।
- চৌকিডিটিকে মৃদু আঁচে গরম কর।
- উৎপন্ন গ্যাসের গন্ধ নাও (হাতের সাহায্যে না করে) দিকে গ্যাস ধাবিত করে।
- উৎপন্ন গ্যাসের মধ্যে এক টুকরা ভেজা লাল লিটমাস পেপার ধর।
- গ্যাসের গন্ধ ও লিটমাস পেপারের পরিবর্তন নমুনা ছকে উল্লেখ কর।
- উৎপন্ন গ্যাসটি শনাক্ত কর।



চিত্র ৯.৫ : অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও করার বিকিয়ার পরীক্ষা

| ক্রমিক নং | পরীক্ষা | পর্বক্ষেপণ | সিদ্ধান্ত |
|-----------|---------|------------|-----------|
| ১.        |         |            |           |
| ২.        |         |            |           |

### ৯.৬ পরীক্ষাসমূহের ফলাফল বিশ্লেষণ

ক. ধাতব আয়নের সাথে লঘু ক্ষারের বিক্রিয়া:

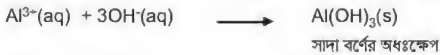
অধিকাংশ ধাতব হাইড্রক্সাইড পানিতে অদ্রবণীয়। ধাতুর লবণ বা আয়নের দ্রবণে লঘু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করা হলে দ্রবণে উপস্থিত ধাতুর হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপ হয়। অতিরিক্ত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করা হলে কোনো কোনো অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন হয়। গোমার প্রাপ্ত ফলাফল নিচের টেবিলের সাথে মিলিয়ে নও।

টেবিল : সচরাচর পাওয়া যায় এমন কতগুলো ধাতব হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ এবং জটিল যৌগের বর্ণ

| ক্রমিক<br>নং | ধাতুর আয়ন                  |                            | উৎপন্ন ধাতব<br>হাইড্রক্সাইড        | উৎপন্ন<br>অধঃক্ষেপের বর্ণ |                                 | পরিবর্তিত বর্ণ |
|--------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------|
| ১.           | $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ | NaOH(aq)<br>যোগ করা<br>হলে | $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ | সাদা                      | অধিক<br>NaOH(aq) যোগ<br>করা হলে | -              |
| ২.           | $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ |                            | $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ | সাদা                      |                                 | বর্ণহীন তরল    |
| ৩.           | $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ |                            | $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ | সবুজ                      |                                 | -              |
| ৪.           | $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ |                            | $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ | লালচে বাদামি              |                                 | -              |
| ৫.           | $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ |                            | $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ | হালকা নীল                 |                                 | -              |
| ৬.           | $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ |                            | $\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$ | সাদা                      |                                 | বর্ণহীন তরল    |

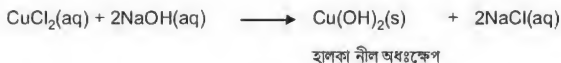
বি.দ্র.  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$  পানিতে আংশিক দ্রবণীয়।

তুমি ধাতব হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ উৎপাদন বিক্রিয়াকে নিম্নোক্ত আয়নিক সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করতে পার।



আয়নিক সমীকরণগুলোকে ধাতুর লবণ ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়ার রাসায়নিক সমীকরণ হিসেবে নিম্নোক্তভাবে

প্রকাশ করা যায়।



দ্রবণে ধাতুর আয়নগুলো অ্যামোনিয়া দ্রবণের সাথে অনুরূপ বিক্রিয়া দেয়, তবে  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$  আয়ন কোনো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে না।

খ. অ্যামোনিয়াম যৌগের সাথে ক্ষারের বিক্রিয়া:

অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, অ্যামোনিয়াম সালাফেট—এর প্রতিটিতেই অ্যামোনিয়াম আয়ন উপস্থিত। কঠিন অ্যামোনিয়াম যৌগ বা এর দ্রবণকে মৃদু ঝাঁচে তাপ দিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস বিমুক্ত হয়।



বিক্রিয়া দুটিকে নিম্নোক্ত আয়নিক সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়।



গ. এসিডের সাথে বিক্রিয়া:

ক্ষার দ্রবণ এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় শুষ্ক লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তুমি এসিড এবং প্রশমন বিক্রিয়া অংশ পাঠ করার সময় এ সম্পর্কে বিস্তারিত পড়েছ।

ঘ. বিদ্যুৎ পরিবাহিতা:

এসিডের হাইড্রোজেন আয়ন আম্যমাণ থাকে, পক্ষান্তরে ক্ষারের আম্যমাণ হাইড্রক্সাইড আয়ন উপস্থিত থাকে। আম্যমাণ হাইড্রক্সাইড আয়নের উপস্থিতির জন্য ক্ষার বিদ্যুৎ পরিবহন করে।

৬. ক্ষারের রাসায়নিক ধর্মে পানির ভূমিকা:

পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উভয় ঘোঁসেই আয়ন উপস্থিত। কঠিন অবস্থায় এই আয়ন মুক্ত থাকে না। এগুলোকে দ্রবীভূত করার সাথে সাথেই সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়ে মুক্ত হাইড্রক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে। দ্রবণে কেবল হাইড্রক্সাইড আয়নই স্বাধীন আধান বহন করে।



অ্যামোনিয়া অণুর সমষ্টি হলো অ্যামোনিয়া গ্যাস। অ্যামোনিয়াকে পানিতে দ্রবীভূত করা হলে অ্যামোনিয়া গ্যাস ও পানির বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম আয়ন ও হাইড্রক্সাইড আয়ন উৎপন্ন হয়। তবে পানিতে অ্যামোনিয়ার সামান্য অংশই দ্রবীভূত হয় এবং খুব কম সংখ্যক হাইড্রক্সাইড আয়ন উৎপন্ন হয়।

সুতরাং, অ্যামোনিয়া দ্রবণে অ্যামোনিয়া অণু, পানির অণু এবং অল্পসংখ্যক অ্যামোনিয়াম আয়ন ও হাইড্রক্সাইড আয়ন উপস্থিত থাকে। অ্যামোনিয়া হাইড্রক্সাইড আয়নের উপস্থিতির উপর ক্ষার দ্রবণের বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে।

যে সকল ক্ষার জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয় তারা দুর্বল ক্ষার। সবল ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত হয়। অর্থাৎ দুর্বল ক্ষারের দ্রবণে হাইড্রক্সাইড আয়নের পরিমাণ সবল ক্ষারের তুলনায় কম থাকে।

**শিক্ষণীয় কাজ:**

নিচের প্রতিটি কাজ সম্পন্ন কর। চোখে দেখা যায় এমন একটি করে পরিবর্তন বর্ণনা কর। সক্রিয় আয়নিক সমীকরণ লিখ।

লবু সালফিউরিক এসিড দ্রবণে আয়রন গুঁড়া যোগ করা হলে।

লবু হাইড্রোক্সেলিক এসিডে কঠিন সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করা হলে।

কপার(II) সালফেট দ্রবণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হলে।

**সমস্যা সমাধান কর:**

চারটি লেবেল ছাড়া বোতলের প্রতিটিতে নিচের কোনো একটি বিকারক আছে।

- অ্যামোনিয়া দ্রবণ
- লবু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ
- লবু সালফিউরিক এসিড
- পানিত পানি

নিচের দ্রব্যাদি এবং যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে তুমি কীভাবে প্রতিটি বোতলের উপাদানকে শনাক্ত করবে?

- কপার (II) ফ্লোরাইড দ্রবণ
- টেস্টটিউব
- কঠিন সোডিয়াম কার্বনেট
- বুনসেন বার্নার

## ৯.৭ গাঢ় এসিড

ক. গাঢ় হাইড্রোক্সেলিক এসিড:

হাইড্রোক্সেলিক ফ্লোরাইড গ্যাস পানিতে অত্যন্ত দ্রবণীয়। এই গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে হাইড্রোক্সেলিক এসিডে পরিণত হয়। সাধারণত গাঢ় হাইড্রোক্সেলিক এসিডে ভরের অনুপাতে 35% হাইড্রোক্সেলিক ফ্লোরাইড থাকে। গাঢ় হাইড্রোক্সেলিক ফ্লোরাইডের বোতলের মুখ খুললে হালকা কুমাশা সুন্ধি হয় এবং তীব্র ঝাঁঝালো গন্ধ পাওয়া যায়।

#### খ. গাঢ় নাইট্রিক এসিড:

নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ( $\text{NO}_2$ ) গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে নাইট্রাস এসিড ( $\text{HNO}_2$ ) ও নাইট্রিক এসিড ( $\text{HNO}_3$ ) উৎপন্ন হয়। সামান্যতঃ হালকা ধোঁয়াসহ গাঢ় নাইট্রিক এসিডে ভরের অনুপাতে 70% নাইট্রিক এসিড থাকে। গাঢ় নাইট্রিক এসিডের বোতলের মুখ খুললে হালকা কুয়াশা সৃষ্টি হয় এবং তীব্র বীজাঙ্গে গন্ধ পাওয়া যায়। বিয়োজিত হয়ে বাষ্পমি বর্ণের নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করার প্রকৃতির কারণে এগুলোকে বাদামি বর্ণের বোতলে রাখা হয়। আলোর উপস্থিতিতে এই বিয়োজন হার বেড়ে যায়। বোতলের মুখ খুললে তীব্র বীজাঙ্গে গন্ধসহ নাইট্রিক এসিডের হালকা কুয়াশা বেরিয়ে আসে।

#### গ. গাঢ় সালফিউরিক এসিড:

সালফার ট্রাইঅক্সাইড ( $\text{SO}_3$ ) গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে সালফিউরিক এসিড ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) উৎপন্ন হয়। সামান্যতঃ গাঢ় সালফিউরিক এসিডে ভরের অনুপাতে প্রায় 98% সালফিউরিক এসিড থাকে।

#### ৯.৮ গাঢ় এসিড ও ক্ষারের ক্ষয়কারী ধর্ম

গাঢ় এসিড অত্যন্ত বিপদজনক কারণ এগুলো অত্যন্ত ক্ষয়কারক পদার্থ। এগুলো হাত, ত্বক এবং কাপড় ক্ষয় করতে পারে। এসিডের মধ্যে গাঢ় ক্ষার ক্ষয়কারী এবং বিপদজনক। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে প্রায়শই কস্টিক সোডা (কস্টিক সোড নামে পোড়ানো) বলা হয়। এসিডের তুলনায় ক্ষার ত্বক ও চোখের বেশি ক্ষতি করে।

#### শিক্ষণীয় কার্য:

#### ক. এসিডের ক্ষয়কারী ধর্ম অনুসন্ধান:

গাঢ় সালফিউরিক এসিড অত্যন্ত বিপদজনক ও ক্ষয়কারক পদার্থ। এতে কখনো পানি মিশাবে না। সতর্ক থাকবে যাতে কাপড়ে বা ত্বকে সালফিউরিক এসিড না লাগে। যদি অসাবধানতাবশত লেগে যায় তাহলে সাথে সাথে প্রচুর পরিমাণে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলবে এবং শিক্ষককে জানাবে।



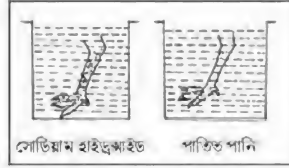
চিত্র ৯.৮ : এসিডের ক্ষয়কারী ধর্ম পরীক্ষা

#### খ. ক্ষারের ক্ষয়কারী ধর্ম অনুসন্ধান :

এসিডের মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড অত্যন্ত ক্ষয়কারী এবং বিপদজনক। অত্যন্ত সতর্কতার সাথে ব্যবহার করবে যাতে ত্বকে ও কাপড়ে না লাগে। যদি অসাবধানতাবশত লেগে যায় তাহলে প্রচুর পরিমাণে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলবে এবং শিক্ষককে জানাবে।

১. একটি গুয়াচ গ্লাসে এক টুকরা ফিন্টার পেন্সার ন্যস্ত।
২. ফিন্টার পেন্সারের উপরে কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক এসিড যোগ কর।
৩. একটু সময় নিলে ফলাফল পর্যবেক্ষণ কর এবং লিপিবদ্ধ কর।

১. দুটি 250mL বিকার নগু।
২. এর একটিতে 50mL পানিত পানি এক অপরটিতে 50mL গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড নগু।
৩. উভয় বিকারে একটি করে মুরগির পা ডুবাব এবং 1 দিন রেখে দাও।
৪. একদিন পরে একটি গ্লাস রড দিয়ে উভয় বিকারের মুরগির পা দুটিকে খোঁচা দিয়ে দেখ এবং তেমন পরিবেক্ষণ খাতায় লেখ।



চিত্র ৯.৭ : ফারের ক্ষয়কারী ধর্ম পরীক্ষা

### ৯.৯ সবল ও দুর্বল এসিড বা সল ও দুর্বল ক্ষারের পরীক্ষা

- ক. একটি বিকারে 50mL লঘু হাইড্রোক্সেলিক এসিড দ্রবণ নগু।
- খ. চিত্রের (চিত্র ৯.৩) ন্যায় দুইটি কার্বন (গ্যাসাইট) ইলেকট্রোড এমনভাবে বিকারে স্থাপন কর যেন পরস্পর স্পর্শ না করে।
- গ. অতঃপর একটি ইলেকট্রোডকে তারের সাহায্যে ব্যাটারির একপ্রান্তে এবং অপর ইলেকট্রোডকে তারের সাহায্যে চর্চ বাতের মধ্য দিয়ে নিয়ে ব্যাটারির অপর প্রান্তের সাথে যুক্ত কর।
- ঘ. বাত্বটি ক্রমে উঠলে এর উজ্জ্বলতা লক্ষ কর।
- ঙ. ক্রিমোর (ইথানয়িক এসিড) বা সাইট্রিক এসিডের জলীয় দ্রবণে পরীক্ষাটি সম্পন্ন কর।
- চ. বাত্বটির উজ্জ্বলতার পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।
- ছ. একইভাবে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও অ্যামোনিয়াম জলীয় দ্রবণে পরীক্ষাটি সম্পন্ন কর।

### ৯.১০ pH-এর ধারণা

জাতিসংঘিগ অর্থে pH মানে হলো হাইড্রোজেন আয়নের ক্ষমতা। কোনো দ্রবণের pH মান 0 থেকে 14 -এর মধ্যে হবে। দ্রবণের pH মান 7 -এর কম হলে দ্রবণটি অম্লীয় আবার 7 -এর বেশি হলে দ্রবণটি ক্ষারীয়। কোনো দ্রবণের pH মান 7 হলে দ্রবণটি প্রশম। দ্রবণের pH মান 7 অপেক্ষা হ্রাসের ক্রমানুসারে এসিডের তীব্রতা বৃদ্ধি পায় এক pH মান 7 অপেক্ষা বৃদ্ধির ক্রমানুসারে ক্ষারের তীব্রতা বৃদ্ধি পায়।



| এসিড বা অম্ল |   |   |   |   |   |   | প্রশম | ক্ষার বা বেস |   |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|-------|--------------|---|----|----|----|----|----|
| 0            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7     | 8            | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

চিত্র ৯.৮ : pH স্কেল

### ১. pH পরিমাপন:

মোটামুটে pH মান জানার জন্য স্টিমাস পেপার ব্যবহার করা যায়। স্টিমাস পেপার সত্তা ১ ও সহজলভ্য। কোনো দ্রবণের pH মান ৭-এর কম হলে স্টিমাস পেপার লাল এক ৭-এর বেশি হলে নীল র্ণ ধারণ করে। ফলের রঙিন পানিও এক রঙিন সার্বজি এসিড ও ক্ষার যোগে সিন্ধু সিন্ধু র্ণ দেখায়। এই পদার্থগুলো র্ণ পরিবর্তনের মাধ্যমে এসিড বা ক্ষারের উপস্থিতি নির্দেশ করে। সুতরাং এগুলো নির্দেশক।

pH মান জানার জন্য সাধারণত ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর, pH পেপার বা pH মিটার ব্যবহার করা হয়।

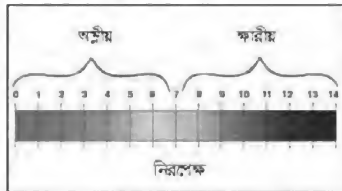
### ২. ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর:

বিসিন্ধু এসিড-ক্ষার ইন্ডিকেটর বা নির্দেশকের মিশ্রণ হলো ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর। সিন্ধু সিন্ধু pH মানের জন্য ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর সিন্ধু সিন্ধু র্ণ ধারণ করে। অতএব কোনো দ্রবণের pH মান জানার জন্য দ্রবণে কয়েক ফোঁটা ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর যোগ করা। অতঃপর উৎপন্ন র্ণকে স্ট্যান্ডার্ড কালার চার্টের সাথে মিলিয়ে দ্রবণের pH মান নির্ধারণ করা হয়।

### ৩. pH পেপার:

অতএব কোনো দ্রবণের pH মান জানার জন্য pH পেপার ব্যবহার করা হয়। এজন্য দ্রবণে একটুকরা pH পেপার যোগ করা। অতঃপর উৎপন্ন র্ণকে স্ট্যান্ডার্ড কালার চার্টের সাথে মিলিয়ে দ্রবণের pH মান নির্ধারণ করা হয়।

| pH       | বর্ণনা       | বর্ণ   |  |
|----------|--------------|--------|--|
| 0 - <3   | তীব্র এসিড   | লাল    |  |
| >3 - <7  | দুর্বল এসিড  | হালুদ  |  |
| 7        | নিরপেক্ষ     | সবুজ   |  |
| >7 - <11 | দুর্বল ক্ষার | নীল    |  |
| >11 - 14 | তীব্র ক্ষার  | বেগুনি |  |



চিত্র ৯.৯ : ইউনিভার্সাল নির্দেশক কালার চার্ট (রঙিন চিত্রের জন্য বইয়ের প্রচ্ছদ দেখ)

চিত্র ৯.১০ : pH কালার চার্ট

### ৪. pH মিটার:

অতএব দ্রবণের pH মান জানার জন্য pH মিটার ব্যবহার করা হয়। pH মিটারের ইলেকট্রোডকে অজানা দ্রবণে ডুবিয়ে মিটারের ডিজিটাল ডিসপ্লে থেকে সরাসরি pH মান জানা যায়।

#### শিক্ষণীয় বস্তু:

বহুলা ব্যবহৃত ভোমাসপেপার pH মান নির্ণয় করে এসিড, ক্ষার ও প্রশম হিসাবে অভিহিত করা হয়।



চিত্র ৯.১১ : pH মিটার

### ৯.১১ pH-এর গুরুত্ব

কৃষিক্ষেত্রে: কৃষিকাজের জন্য মাটির pH মান খুব গুরুত্বপূর্ণ। নির্দিষ্ট ফসলের জন্য মাটির নির্ধারিত pH মান বজায় রাখা গুরুত্বপূর্ণ।



স্বাছ'রক্ষা: প্রোটিনকে হজম করার জন্য পাকস্থলিতে pH মান 2 অর্থাৎ এসিডিক অবস্থা। পরোক্ষন। আবার খাদ্যকে অধিকতর হজম করার জন্য ক্ষুদ্রান্ত্রে pH মান 8 অর্থাৎ ক্ষারকীয় অবস্থা। পরোক্ষন। রক্তের pH মান 7.35 থেকে 7.45 এবং প্রস্রাবের pH মান 6 থাকা পরোক্ষন। কতকগুলো রোগ শনাক্ত করার জন্য pH মান নির্ণয় আবশ্যিক।

সৌন্দর্য্যরক্ষা: দেহত্বকের জন্য আদর্শ pH মান 5.5। ত্বকের pH মান 5.5 থেকে 6.5 –এর মধ্যে থাকলে ত্বক বিভিন্ন এলাজেন, ব্যাকটেরিয়া এবং পরিবেশ দূষকের আক্রমণ প্রতিরোধ করতে পারে। ত্বকের pH মান আদর্শ সীমার চেয়ে বেশি বা কম হলে ত্বকের কোমলতা ও সৌন্দর্য্য নষ্ট হবে। pH মান 4 থেকে 6 –এর মধ্যে হলে চুলের কিউটিকলগুলো মসৃণ থাকে। ফলে চুল সমভাবে আলো বিকিরণ করে ও চুল উজ্জ্বল দেখায়। চুলের pH মান 6 থেকে বেশি হলে কিউটিকলগুলো মসৃণতা হারিয়ে ফেলে ও অস্বচ্ছল দেখায়।

### ৯.১২ প্রশমন বিক্রিয়া ও রঞ্জন পুরীক্ষা

এসিড ও ক্ষার একত্রে মিশালে লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে। প্রশমন বিক্রিয়া চলাকালে দ্রবণের pH মান পরিবর্তন হতে থাকে। এসিডের আয়ন ক্ষারের আয়নকে প্রশমিত করে পানি উৎপন্ন করে। ফলে এসিড ও ক্ষারের বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম বিলুপ্ত হয়। প্রশমন বিক্রিয়া একটি অতি গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়া।

এসিড + ক্ষার  $\longrightarrow$  লবণ + পানি

কোনো ক্ষার দ্রবণে যথার্থ পরিমাণ এসিড দ্রবণ যোগ করা হলে প্রশমন দ্রবণ উৎপন্ন হয়। অতিরিক্ত এসিড যোগ করা হলে দ্রবণ এসিডধর্ম প্রাপ্ত হয়।

রঞ্জন পুরীক্ষায় মূলত প্রশমন বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। একটি বেশিরভাগ পানিপূর্ণ টেস্টটিউবে একমুকরা কাপড়কাটা সোডার ক্লেসাস যোগ করা। কাপড়কাটা সোডা ক্ষারজাতীয় পদার্থ। এর রাসায়নিক নাম সোডিয়াম কার্বনেট। হাইড্রোক্সেলিক এসিড দ্বারা টেস্টটিউবটিকে প্রায় পূর্ণ করা। অতপর টেস্টটিউবে কয়েক ফোঁটা ইউনিটার্সাল ইন্ডিকেটর যোগ করা। টেস্টটিউবটিকে দু'দিন রেখে দাও। ইউনিটার্সাল ইন্ডিকেটরের কালার চার্টের সাথে মিলিয়ে টেস্টটিউবের বিভিন্ন অংশের এসিডিটি বা অম্লত্ব এবং ক্ষারকত্ব প্রকাশ করা।

### ৯.১৩ দৈনন্দিন জীবনে প্রশমন বিক্রিয়ার গুরুত্ব

পরিপাক: পরিপাকের পরোক্ষন পাকস্থলিতে এসিড সৃষ্টি হয়। পরোক্ষনের অতিরিক্ত এসিড পাকস্থলিতে অস্বস্তি সৃষ্টি করে। এ থেকে প্রতিরোধের জন্য মৃদু ক্ষার যেমন ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড সেবন করা হয়। অন্যান্য সেবনযোগ্য ক্ষার হলো ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট, সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড কার্বনেট ইত্যাদি। এই ক্ষারগুলো পাকস্থলি এসিডকে প্রশমিত করে লবণ, পানি ও কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে।

দাঁতের যত্ন: মানুষের মুখে প্রচুর ব্যাকটেরিয়া থাকে। এই ব্যাকটেরিয়া মানুষের মুখে লেগে থাকার বাবার খাবার খায় এবং এসিড উৎপন্ন করে। এই এসিড দাঁতের এনামেলকে (ক্যালসিয়াম যৌগ) আক্রমণ করে এবং দাঁতের ক্ষয় হয়। তুমি যখন দাঁত ত্রাস করা তখন টুথপেস্টের ক্ষার মুখের এসিডকে প্রশমিত করে। ফলে দাঁতের সুস্থতা হয়।

কেক তৈরিতে: কেক তৈরিতে বেকিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। এতে এসিড ও ক্ষার দুটোই উপস্থিত থাকে। ক্ষার জাতীয় পদার্থ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড কার্বনেট এবং টারটারিক এসিডের শূক মিশ্রণ হলো বেকিং পাউডার। শূক অবস্থায় এদের মধ্যে কোনো বিক্রিয়া হয় না। তবে পানি যোগ করলে প্রশমন বিক্রিয়া হয় এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস ময়দাকে ফোলায়। কেক চুলায় দিলে উত্তাপে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাসের উত্থাপন বৃদ্ধি ও আয়তন সম্প্রসারণ ঘটে। ফলে কেক অনেক ফোলে এবং নরম হয়।

কৃষিক্ষেত্রে মাটি পরিচর্যা: বিভিন্ন এলাকায় মাটি বিভিন্ন প্রকার। কোনো কোনো এলাকায় মাটির এসিডিটি অত্যধিক বা pH মান কম হওয়ায় ভালো ফসল চাষায় না। এই মাটিতে চুন যোগ করলে মাটির এসিডিটি হ্রাস পায়। চুন ক্ষারজাতীয় পদার্থ, এর রাসায়নিক নাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড। চুন মাটির অতিরিক্ত এসিড প্রশমিত করে ফলে মাটির pH মান বৃদ্ধি পায়। আবার মাটি অতিরিক্ত ক্ষারীয় হলে অর্থাৎ pH মান খুব বেশি হলে এতে অ্যামোনিয়াম সালফেট যোগ করা হয়। এসিড ধর্মী অ্যামোনিয়াম সালফেট অতিরিক্ত ক্ষারকে প্রশমিত করে মাটির pH মান হ্রাস করে।

### লবণ:

ইতোমধ্যেই তুমি লবণ সম্পর্কে জেনেছ। এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। লবণের একটি অংশ এসিড থেকে এবং অপর অংশ ক্ষার থেকে আসে। এ ছন্য প্রতিটি লবণে একটি অম্লীয় মূলক ও একটি ক্ষারীয় মূলক থাকে। সাধারণত লবণসমূহ প্রশম বা নিরপেক্ষ। সমান তীব্রতার এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ প্রশম তবে তীব্র এসিড ও দুর্বল ক্ষারের লবণ এসিডিক ( $\text{FeCl}_3$ ) আবার দুর্বল এসিড ও তীব্র ক্ষারের লবণ ক্ষারীয় ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )। লবণসমূহ জলীয় দ্রবণে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নে বিশ্লিষ্ট হয়। তবে কোনো কোনো লবণ পানিতে দ্রবীভূত হয় না। এসিড ও ক্ষারধর্মী লবণ বিক্রিয়া করে প্রশম লবণ উৎপন্ন করে।



### ৯.১৪ এসিডবৃষ্টি

সাধারণত বৃষ্টির পানি কিছুটা এসিডিক। এর pH মান 5.6, কারণ বৃষ্টির পানিতে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস দ্রবীভূত থাকে। জীবজগতের সকল সদস্য শ্বাসক্রিয়ার সময় বায়ুমন্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইড নিঃসরণ করে। যে কোনো অগ্নিবাক্ত, আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের ফলে প্রাকৃতিক ভাবে বায়ুমন্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইড জমা হয়। ইটভাটা, কলকারখানা ও গাড়ির ধোঁয়া পরিবেশে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস নিঃসরণ করে।

বজ্রপাতের সময় বায়ুমন্ডলে নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। অতঃপর ইন্ধিনে পেট্রোলিয়াম পোড়ানোর সময়েও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং তা বায়ুমন্ডলে মুক্ত হয়।

কার্বন ডাইঅক্সাইড ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড বাতাসে উপস্থিত পানির সাথে বিক্রিয়ায় এসিড উৎপন্ন করে।



নাইট্রাস এসিড অত্যন্ত ক্ষণস্থায়ী। এটি বাতাসের অক্সিজেনের ঘরা ছারিত হয়ে নাইট্রিক এসিডে পরিণত হয়। আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় সালফার ডাইঅক্সাইড ও নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎচুম্বক, ইটভাটা, কলকারখানার ছালানি (কয়লা ও পেট্রোলিয়াম) সালফার/নাইট্রোজেন যুক্ত হলে বায়ুমন্ডলে সালফার ডাইঅক্সাইড/নাইট্রিক অক্সাইড বিমুক্ত হয়। সালফার ডাইঅক্সাইড বায়ুমন্ডলের পানির সাথে বিক্রিয়ায় সালফিউরাস এসিড উৎপন্ন করে। সালফার ডাইঅক্সাইড বায়ুমন্ডলের অক্সিজেন ও ওজোনের সাথে বিক্রিয়া করে সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে। সালফার ট্রাইঅক্সাইড বায়ুমন্ডলের পানির সাথে বিক্রিয়ায় সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করে।



উপর্যুক্ত এসিডগুলো বৃষ্টির পানির সাথে স্পৃষ্টে পতিত হয়। এসিডবৃষ্টির ফলে ছলাশয় ও মাটির pH মান 4 বা 4-এর চেয়ে কম হয়। অর্থাৎ মাটি ও পানি এসিডিক হয়ে যায়। এতে জীববৈচিত্রের ব্যাপক ক্ষতি হয়। বহু জীব বিলুপ্ত হয়।

### ১. শিক্ষার্থীর কাজ

- পৃথকভাবে বৃষ্টির শুরুতে ও শেষে পানি সংগ্রহ কর।
- pH পেপার ব্যবহার করে এই পানির pH মান নির্ণয় কর।
- পরপর কয়েক দিন প্রক্রিয়াটির পুনরাবৃত্তি কর।
- তোমার মতামতসহ একটি রিপোর্ট তৈরি করে শিক্ষকের নিকট জমা দাও।

### ২. শিক্ষার্থীর কাজ

এসিডবৃষ্টির উৎস বিবেচনায় নিয়ে বাংলাদেশে বৃষ্টিপূর্ণ কয়েকটি এলাকার নাম লিখ।

### ৩. শিক্ষার্থীর কাজ

উপর্যুক্ত পাঠ বিবেচনায় নিয়ে এসিডবৃষ্টি প্রতিরোধের উপায় সম্পর্কে একটি প্রতিবেদন উপস্থাপন কর। (উল্লেখ্য সালফারমুক্ত পেট্রোলিয়াম ও কয়লা পাওয়া যায়)

## ৯.১৫ পানি

### শিক্ষার্থীর কাজ:

কোথায় কোথায় পানি পাওয়া যায়? [সাগর, পাহাড়, আকমশ, পাতাল, নদী-নালা সকল জায়গা ভাবনায় নিবে।]

পুকুর ও নদীর পানির সাথে সমুদ্রের পানির স্বাদের পার্থক্য কি?

এক স্থান থেকে অন্য স্থানে কীভাবে পানি স্থানান্তরিত হয়?

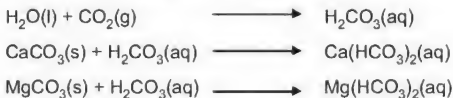
তুমি পানি পান কর, উদ্ভিদ কীভাবে পানি পায়?

তোমার শরীরে ঘাম হয়, উদ্ভিদ কি অনুবৃত্তভাবে পানি ত্যাগ করে?

উপর্যুক্ত বিষয়গুলো বিবেচনায় নিয়ে পৃথিবীর পানির আবর্তনের একটি চক্র অঙ্কন কর।

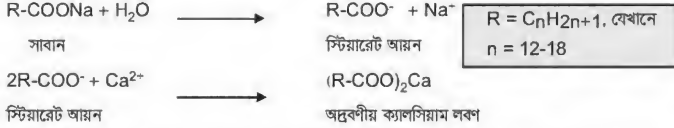
পৃথিবীতে মোট মিঠা পানির পরিমাণ সম্পর্কে তোমার মতামত দাও।

পানিক্রুর একটি উল্লেখযোগ্য অংশে পানি পৃথিবী পৃষ্ঠের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহ চলাকালে পানি মাটিতে উপহিত ত বিভিন্ন খনিজ লবণের সংস্পর্শে আসে। পানিতে লবণ দ্রবীভূত হয়। বৃষ্টির পানিতে উপহিত ত কার্বনিক এসিড চুনাপাথর ( $\text{CaCO}_3$ ), ডলোমাইট ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) সমৃদ্ধ শিলা উপর দিয়ে গড়িয়ে যাওয়ার সময় ধীরে ধীরে বিক্রিয়া করে ও এদের দ্রবীভূত করে।



কোনো কোনো শিলাতে জিপসাম ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) বা অনার্দ  $\text{CaSO}_4$  থাকে। এগুলো পানিতে স্বল্পমাত্রায় দ্রবণীয়। এ উপাদানগুলো পানিতে উপহিত ত থাকলে পানি খর হয়। আয়রন আয়রন ও বর পানির একটি উপাদান।

পানিতে উপস্থিত ক্যালসিয়াম আয়ন, সোডিয়ামের (জৈব এসিডের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণ) সাথে নিম্নরূপ বিক্রিয়া করে।



সাবানের সোডিয়াম আয়ন দ্রবণীয় সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। সোডিয়ামের হ'লে সাবানে পটাশিয়াম থাকলেও সাবান একই বিক্রিয়া দেয়। খর পানির ম্যাগনেসিয়াম বা আয়রন সাবানের সাথে অনুবৃত্ত বিক্রিয়া করে। ফলে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রন ধাতুর হাইড্রোজেন কার্বনেট, ফ্লোরাইড ও সালফেট লবণ দ্রবীভূত থাকলে পানিতে সাবানের ফেনা উৎপন্ন হয় না।

পানিতে ধাতুসমূহের হাইড্রোজেন কার্বনেট লবণ দ্রবীভূত থাকলে পানির খরতা অহরী ধরনের। পানিকে উত্তাপে ফুটালে পানির অহরী খরতা দূর হয়। অপরপক্ষে ধাতুসমূহের ফ্লোরাইড বা সালফেট লবণ পানিতে দ্রবীভূত থাকলে পানির খরতা সহজে দূরীভূত করা যায় না। পানির হরী খরতা দূর করার কয়েকটি পদ্ধতি হলো:

১. সোডা পদ্ধতি ২. পারমুটিট পদ্ধতি ৩. আয়ন বিনিময় রেজিন পদ্ধতি ইত্যাদি

মৃদু পানিতে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন আয়ন থাকে না। ফলে মৃদু পানিতে সাবানের গ্রন্থর ফেনা হয়। সাধারণত বস্ত্র চলাশয় যেমন, পুতুর, ডোবার পানি মৃদু হয়। ব্যুটির পানি খুব ভালো মৃদু পানি। মৃদু পানিতে তাপ দিলে কোনো তলানি জমে না।

#### শিক্ষার্থীর কাজ

- খর পানি ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধার তুলনা কর।
- শিল্পক্ষেত্রে খর পানি ব্যবহারে ঝুঁকি ও সম্ভাব্য আর্থিক ক্ষতি বিশ্লেষণ কর।
- পুতুর, টিউবওয়েলে এরূপ অন্যান্য কয়েকটি উৎস থেকে পানি সংগ্রহ কর। অতঃপর এই পানিতে সাবান ব্যবহার করে হাত ধুয়ে উৎপন্ন ফেনার পরিমাণের ভিত্তিতে খর পানি ও মৃদু পানি চিহ্নিত কর।

#### ইঙ্গিত

অসুবিধা : কাপড়কাচা – সাবানের ফেনা উৎপন্ন হয় না ও তলানি পড়ে। বয়লার/গরম পানির পাইপ– ১. তাপ দিলে তলানি পড়ে; ২. পুরুত্ব বৃদ্ধি পাওয়ায় তাপ কম/বেশি প্রয়োজন; ৩. পুতুরের পরিবর্তনের কারণে বয়লার বিভিন্ন সমস্য়াসরণ।

সুবিধা : দাঁত ও হাড় – খর পানির উপাদান।

### ৯.১৬ পানি দূষণ

বর্তমানে বাংলাদেশে অধিকাংশ মানুষ টিউবওয়েলের পানি পান করে। শহর এলাকায় সিটি কর্পোরেশন বা পৌরসভা তুলস্হ পানি তুলে বা নদীর পানি পরিশোধন করে খাবার পানি হিসেবে পাইপলাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করে। পাইপলাইনে ত্রুটির কারণে সরবরাহ করা পানিতে ময়লা ও নানা রোগজীবাণু থাকে। শহরের লোকেরা এই পানি ভালোমতো ফুটিয়ে বা উন্নতমান ফিল্টারের সাহায্যে ময়লা ও জীবাণু মুক্ত করে পান করে।

বাংলাদেশে নদী, ঝাল-ঝিল, পুকুর ইত্যাদি জলাশয়ের পানি নানাভাবে দূষিত হচ্ছে। গৃহস্থালি বর্জ্য ও নলমুত্র বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে এই সকল জলাশয়ে পড়ছে। হাসপাতাল-বর্জ্য ও রোগীর কাপড়-চোপড় ধোয়ার মাধ্যমে বা বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে পানি দূষিত হচ্ছে। ত্রুটিপূর্ণ নৌবানের তেল চুইয়ে পানি দূষিত হচ্ছে। কৃষিক্ষেত্রে ব্যবহৃত সার ও কীটনাশক বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে মুক্ত জলাশয়ে পড়ছে। আমাদের দেশে শিল্প-কারখানাগুলো থেকে কোনোরকম প্রক্রিয়াকরণ ছাড়াই শিল্প বর্জ্য জলাশয়ে ফেলা হচ্ছে। ম্যাগনেসিয়াম, ক্রোমিয়াম, ক্যাডমিয়াম ইত্যাদি দূষক পদার্থের অন্তর্ভুক্ত। ভারী ধাতুসমূহ মানব দেহে ক্যান্সার সৃষ্টি করে। বর্জ্যের সাংক্ষিতিক এসিড পানির pH মান হ্রাস করে। ফলে জলজ জীবের বংশবিস্তার কমতে থাকে। পানি ময়লা হয় ও দুর্গন্ধ ছড়ায়।

মানুষের কর্মকাণ্ডের ফলে বিভিন্ন প্রাকৃতিক দূষক পদার্থের মাধ্যমে ভূ-গর্ভস্থ পানি ও ভূ-উপরিতলস্থ পানি দূষিত হচ্ছে। যেমন, অগভীর নলকূপের সাহায্যে অতিরিক্ত পানি উত্তোলনের ফলে এবং অতিরিক্ত খননের ফলে ভূ-গর্ভস্থ পানিতে আর্সেনিক দূষণ দেখা দিয়েছে। বাংলাদেশের অধিকাংশ এলাকার টিউবওয়েলের পানিতে থলথলি মাত্রায় (0.01 মি.গ্রা./লিটার) চেয়ে অনেক বেশি পরিমাণে আর্সেনিক পাওয়া যাচ্ছে। আর্সেনিক একটি বিষাক্ত পদার্থ। দীর্ঘদিন আর্সেনিকমুক্ত পানি পান করলে মৃত্যুও হতে পারে। হাত-পায়ে ক্ষত সৃষ্টির মাধ্যমে এই সংক্রমণের প্রাথমিক লক্ষণ প্রকাশ পায়। বর্তমানে জনস্বাস্থ্য ও প্রকৌশল অধিদপ্তর আর্সেনিক দূষণযুক্ত টিউবওয়েলের মুখে লাল রং বসে দিয়েছে। আর্সেনিকমুক্ত পানি দিয়ে সোচ দেওয়ার ফলে মুক্ত জলাশয়ের পানিও দূষিত হচ্ছে। বাদ্যচক্রে আর্সেনিক যুক্ত হয়ে যাচ্ছে।

#### শিক্ষার্থীর কাজ:

- তোমার এলাকার পানি দূষণের কারণ নির্ণয় করে একটি প্রতিবেদন তৈরি কর।

### ৯.১৭ দূষণ নিয়ন্ত্রণ

আমাদের দেশে বড় শহরে বর্জ্য শোধনাগারের ব্যবস্থা আছে। বনিতা গ্রামেও তা গ্রয়োজনীয় তুলনায় অপ্রতুল। গ্রামাঞ্চালগামী বর্জ্য এবং পচনশীল গৃহস্থালি বর্জ্য থেকে বায়োগ্যাস-বিদ্যুৎ উৎপাদনের পাশাপাশি জৈবসার পাওয়া যায়। এ বিষয়ে যথাযথ উদ্যোগ নিলে পরিবেশ ও পানি দূষণ হ্রাস পাবে। গ্রামাঞ্চলে খোলা পায়খানার পরিবর্তে রিং ল্যাট্রিন ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে হবে। ছোট ছোট বায়োগ্যাস প্রস্ট হা পন করে মানুষ ও পশুপাখির মলমূত্র ও পচনশীল গৃহস্থালি বর্জ্য ব্যবহার করে বায়োগ্যাস ও জৈবসার পাওয়া যাবে। যা আমাদের ছালানিসংকেট হ্রাস ও কৃষিক্ষেত্রে সারের খরচ কমাতে সাহায্য করবে। বায়োগ্যাস প্রস্ট সঙ্কট না হলে বাড়ির এক কোনায় গর্ত করে তাতে আবর্জনা ফেলেবে এক পড়ে গেলে জৈবসার হিসেবে ব্যবহার করবে।

প্রত্যেক শিক্ষাকারখানায় বর্জ্য পরিশোধনাগার হা পন বাধ্যতামূলক। কোনো অবস্থাতেই শিক্ষাকারখানার বর্জ্য সরাসরি উন্মুক্ত জলাশয়ে ফেলা যাবে না। এ বিষয়ে তোমরা সচেতন থাকবে। পরিবেশ অধিদপ্তরকে তথ্য দিয়ে সহায়তা করবে। মনে রাখবে বাংলাদেশের মতো দেশে সর্বাধিক জনসচেতনতা ও ছনমতই পানি দূষণ রোধের সবচেয়ে কার্যকর উপায়।

### ৯.১৮ পানির বিশুদ্ধতার পরীক্ষা

বর্ণ ও গন্ধ পরীক্ষা: বিশুদ্ধ পানি বর্ণহীন, ও গন্ধহীন স্বচ্ছ তরল পদার্থ। এতে সামান্য পরিমাণ খনিজ লবণ দ্রবীভূত থাকে। কোনো খনিজ লবণ অধিকমাত্রায় দ্রবীভূত থাকলে পানি দূষিত বলা যায়। সাধারণ পরীক্ষণে পানিতে গন্ধ পাওয়া গেলে বা খোলাটে দেখা গেলে অথবা ফিল্টার পেপারে ছাঁকলে হালকা হলুদ তালানি বা অবশেষ পাওয়া গেলে পানি দূষিত।

পানির তাপমাত্রা: গ্রীষ্মকালে পানির তাপমাত্রা 30-35°C হয়। কখনো তা 40°C হতে পারে। কোনো কারণে পানির তাপমাত্রা কয়েক ডিগ্রি বেশি হলে তাপদূষণ হয়েছে বলা যায়। বিদ্যুৎকেন্দ্রের যন্ত্রপাতি ঠান্ডা করার পানি বা বয়লারের গরম পানি সরাসরি ছাড়াই মুক্ত করা হলে পানির তাপদূষণ হয়। থার্মোমিটার দিয়ে পানির তাপমাত্রা নির্ণয় করে তাপ দূষণ শনাক্ত করা যায়।

পানির pH মান: পানির pH মান 4.5 থেকে কম এবং 9.5 অপেক্ষা বেশি হলে তা জীবের জন্য প্রাণনাশক। pH পেপার বা pH মিটার ব্যবহার করে pH মান নির্ণয় করা যায়।

বিগুডি (BOD; Biological Oxygen Demand): BOD মানে জৈবরাসায়নিক অক্সিজেনের চাহিদা। কোনো পানিতে (BOD) মান বেশি হলে ঐ পানি দূষিত। বায়ুর উপস্থিতিতে পানিতে উপস্থিত সর্বস্ব জৈব বস্তু ক্রমে ক্রমে তাকে ভেঙে দেয়। পরিমাণ অক্সিজেন প্রয়োজন তা বিগুডি।

সিওডি (COD; Chemical oxygen Demand): COD মানে রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা। পানিতে মোট কতটুকু রাসায়নিক দ্রব্য আছে তাহা বুঝানোর জন্য (COD) মান ব্যবহার করা হয়। বিশেষভাবে নদী-নালা-ঝিলের পানিতে জৈব দূষক (Organic Pollutants) -এর মাত্রা মেপে পানির গুণাগুণ বিশ্লেষণ করা হয়। পানির COD মান বেশি হলে পানিদূষণের মাত্রা বেশি হয়।

BOD ও COD কে মিলিগ্রাম/লিটার বা পিপিএম (ppm: Parts per million) এককে প্রকাশ করা হয়।

1 ppm = প্রতি লিটার দ্রবণে 1 মিলিগ্রাম দ্রব

### ৯.১৯ পানি বিশুদ্ধকরণ

ক্লোরিনেশন: পানিকে জীবাণুমুক্ত করার সবচেয়ে সহজ উপায় হলো ক্লোরিনেশন। পানিতে নির্দিষ্ট পরিমাণ ক্লোরিন পাউডার যোগ করলে উৎপন্ন ক্লোরিন জীবাণুকে হারিত করে মেরে ফেলে।



পানিতে ক্লোরিন পাউডার যোগ করার পর হেঁকে নিলে পানি পানযোগ্য হয়।

ফুটানে: পানিকে অনেকক্ষণ (15-20 মিনিট) ধরে ফুটালে জীবাণুমুক্ত হয়। উল্লেখ্য আর্সেনিকযুক্ত পানিকে ফুটালে তা আরো ক্ষতিকর হবে।

খিতানো: এক বাগতি পানিতে 1 চামচ ফিটিকারি  $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$  গুঁড়া যোগ করে আধাবাট রেখে দিলে পানির সর্বস্ব অপদ্রব্য খিতিয়ে বাগতির তলায় জমা হয়। অতঃপর উপর থেকে পানি অন্য পাত্রে ঢেলে গৃহক করা হয়। এভাবে অদ্রবণীয় দূষক দূর করা যায়।

ইকন: বর্তমানে বাজারে জীবাণু, আর্সেনিক ও অন্যান্য দূষক মুক্ত করতে ফিল্টার পাওয়া যায়। এই ফিল্টার দিয়ে হেঁকে নিয়ে পানযোগ্য বিশুদ্ধ পানি পাওয়া যায়।

### থ্যাসাইনমেন্ট:

- তোমার নিজের pH পেপার তৈরি কর।

রঙিন শাক-সবজি যেমন, লাল শাক, লাল বাঁধাকপি, বিট ইত্যাদি বা রঙিন ফুল যেমন, রক্তছবা, লাল গোলাপ, ডাফিয়া এর বে কোনো একটি নাও। ছোট ছোট করে কাটো। হালকা আঁচে তাপে সিদ্ধ কর। যে রঙিন নির্বাস পাওয়া যাবে তাতে এক টুকরা ফিল্টার পেপার ডুবো। বাতাসে রেখে শুকিয়ে নাও। অতঃপর চিকন চিকন করে কেটে নাও। তৈরি হলো তোমার নিজের pH পেপার। এই পেপার ছানা pH মান দ্রবণে ডুবিয়ে pH পরিসরের কালার চার্ট তৈরি কর। এ ভাবে তোমার পক্ষে সম্ভব সবকয়টি সবজি বা ফুল দিয়ে pH পেপার তৈরি কর। সবচেয়ে উৎকৃষ্টটি ব্যবহারের জন্য নির্বাচন কর।

### অনুশীলনী

#### বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

- চূনাপাথরের উপর লঘু সালফিউরিক এসিড যোগ করলে নিচের কোন বৌগটি উৎপন্ন হবে?
 

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| ক. $\text{CO}_2$ | খ. $\text{H}_2$  |
| গ. $\text{O}_2$  | ঘ. $\text{SO}_2$ |
- নিচের কোনটি ক্ষার?
 

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| ক. কোমল পানীয় | খ. লেবুর রস       |
| গ. সিরকা       | ঘ. কমপড়কাটা সোডা |
- নিচের কোনটির উপস্থিতির জন্য অ্যামোনিয়া গ্যাসের জলীয় দ্রবণ ক্ষার?
 

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ক. $\text{NH}_4^+$ আয়ন | খ. $\text{OH}^-$ আয়ন   |
| গ. $\text{NH}_3$        | ঘ. $\text{H}_2\text{O}$ |
- একটি অজানা ধাতুর সাথে নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় বর্ণহীন দ্রবণ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন দ্রবণটিতে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করলে সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় কিন্তু অধিক পরিমাণ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করলে তা-ও দ্রবীভূত হয়ে যায়। ধাতুটি—
 

|         |          |
|---------|----------|
| ক. কপার | খ. আয়রন |
| গ. লেড  | ঘ. জিংক  |
- একটি ইথানয়িক এসিড দ্রবণের pH -এর মান 4, pH -এর মান বৃদ্ধি করার জন্য এতে যোগ করতে হবে—
  - অ্যামোনিয়া দ্রবণ
  - ঘন হাইড্রোক্লোরিক এসিড
  - কঠিন ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii

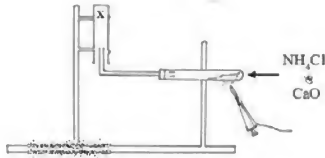
খ. i ও iii

গ. ii ও iii

ঘ. i, ii ও iii

**সুজনশীল প্রশ্ন:**

১.



ক.  $\text{NO}_2$  গ্যাসের সঞ্চারিত

খ. চূনের পানির pH -এর মান 7 থেকে বেশি না কম হবে? ব্যাখ্যা কর।

গ. 'X' গ্যাসটির অণীয় দ্রবণের একটি রাসায়নিক সমীকরণ দাখ্য কর।

ঘ. আয়রন ধবংসের অণীয় দ্রবণের মধ্যে 'X' গ্যাস চালনা করলে কী ঘটবে? সমীকরণসহ লিখ।

২. টেন্ডাইল মিল ও ডায়িং শিল্পে, রং ও সাদাফিভারিক এসিডযুক্ত বর্জ্য সরাসরি নিকটস্থ জলাশয়ে ফেলাছে। ফলে ঐ সকল জলাশয়ে জলজ প্রাণীর বসবাসের অনুপস্থিতি হয়ে পড়ছে।

ক. টেন্ডাইলে কোন এসিড থাকে?

খ. টেন্ডাইলের জলাশয়ের pH মনে সম্পর্কে টেন্ডাইলের ধারণা ব্যাখ্যা কর।

গ. টেন্ডাইল মিল ও ডায়িং শিল্পের দূষণ নিরূপণ ও প্রাকটিক এসিড দূষণ নিরূপণ চা বৈজ্ঞানিক পরামর্শ দাও।

ঘ. টেন্ডাইল মিল ও ডায়িং শিল্পের আশেপাশে এসিডবৃষ্টির সম্ভাবন বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ কর।



## দশম অধ্যায় খনিজ সম্পদ : ধাতু-অধাতু

বাংলাদেশের নেরকোনা জেলার দুর্গাপুর উপজেলার বিজয়পুর, গোপালপুর অন্যতম পর্যটন কেন্দ্র। এখানে নয়নাভিরাম লেকের পাশে সাদা মাটির পাহাড় দেখা যায়। কেওলিন বা অ্যালুমিনিয়াম সমৃদ্ধ এই মাটি সিরামিক কল্লখানায় ব্যবহৃত হয়। খুবুতে চীন দেশের লোকেরা এই রকম মাটি ব্যবহার করতো বলে এই মাটিকে চীনা মাটি বা চায়না ক্লে বলা হয়। সচরাচর কাঁচা বা ধুসর এবং লাল মাটি দেখা যায়। প্রতি ক্ষেত্রে মাটির বৈশিষ্ট্য ভিন্ন ভিন্ন। এই ভিন্নতার কারণ মাটিতে বিভিন্ন খনিজের উপস্থিতি।



এই অধ্যায়ের পাঠ শেষে আমরা—

বিজয়পুরের সাদা মাটির পাহাড়

- (১) খনিজ সম্পদের ধারণা বর্ণনা করতে পারব।
- (২) শিলা, খনিজ ও আকরিকের মধ্যে তুলনা করতে পারব।
- (৩) ধাতুসমৃদ্ধ নিকটবর্তী উপায় নির্ধারণ করতে পারব।
- (৪) ধাতুসমৃদ্ধ তৈরির কারণ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৫) সমাধারের উৎস এবং এদের কতিপয় প্রয়োজনীয় যৌগ পদ্ধতির বিক্রিয়া, রাসায়নিক ধর্মের বর্ণনা এবং গৃহে, শিল্পে ও কৃষিক্ষেত্রে তা ব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।
- (৬) খনিজ দ্রব্যের সসীমতা, যথাযথ ব্যবহার ও পুনঃব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।
- (৭) খনিজ দ্রব্যের ব্যবহারে সতর্কতা এবং সংরক্ষণে অগ্রহ প্রদর্শন করব।

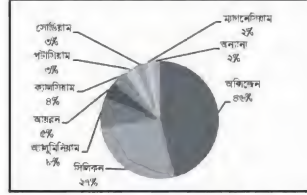
### ১০.১ খনিজ সম্পদ

পৃথিবীর উপরিভাগের মাটির আবরণ হলো ভূত্বক। ভূত্বকে উপস্থিত গুরুত্বপূর্ণ মৌলসমূহের শতকরা হার পাই চাটে (চিত্র-১০.১) উপস্থাপন করা হলো। চারটি পর্যালোচনা করে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দেওয়ার চেষ্টা কর।

কোন দুইটি মৌল ভূত্বকের প্রধান উপাদান?

ভূত্বকের প্রধান উপাদান দুইটি ধাতু না অধাতু?

অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম, সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া সম্ভব কি না? উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও? [ধাতুসমূহের রাসায়নিক সক্রিয়তা বিবেচনা করবে।]



চিত্র ১০.১ : ভূত্বকের প্রধান উপাদান

সোডিয়াম ও ক্যালসিয়ামের বৌগের নাম ও সংরক্ষণ শেখ, তাদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

প্রকৃতিতে সক্রিয় ধাতুসমূহের বৌগ প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। যেমন, বালি (কোয়ার্চ; সিলিকন ডাই অক্সাইড,  $\text{SiO}_2$ ), খাবার লবণ (সোডিয়াম ক্লোরাইড :  $\text{NaCl}$ ), চূনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট;  $\text{CaCO}_3$ )। অপরপক্ষে কম সক্রিয় ধাতুর বৌগ খুব কম পাওয়া যায়। ফলে কম সক্রিয় ধাতু যেমন, সিলভার ( $\text{Ag}$ ), কপার ( $\text{Cu}$ ), জিংক ( $\text{Zn}$ ), টিন ( $\text{Sn}$ ) এবং লেড ( $\text{Pb}$ ) ইত্যাদি মূল্যবান। নিক্রিয় ধাতু যেমন স্বর্ণকে ( $\text{Au}$ ) প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া গেলেও তা প্রায় বিলুপ্ত। এ ছদ্ম স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান। প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এমন ৭৪টি মৌলের চার ভাগের তিন ভাগই ধাতু। ধাতুর কতগুলো চমৎকার বৈশিষ্ট্য আছে। যে ছদ্ম ধাতুর ব্যবহার এত ব্যাপক। ধাতুর বৈশিষ্ট্যসমূহ হলো—

- যাতসহনীয়তা (ধাতুকে পিটিয়ে যে কোনো আকার দেওয়া যায়)
- নমনীয়তা (ধাতুকে পিটিয়ে সরু তারে পরিণত করা যায়)
- উজ্জ্বলতা (ধাতুর বিশেষ দ্যুতি আছে। এরা আলো বিচ্ছুরণ করে)
- পরিবাহিতা (ধাতুসমূহ তাপ ও বিদ্যুৎ সু-পরিবাহী)
- ধাতব শব্দ (আঘাতে ধাতু টুন টুন শব্দ করে)
- গলনাকে ও স্ফটনাকে (ধাতু উচ্চ গলনাকে ও স্ফটনাকে বিশিষ্ট)
- ঘনত্ব (ধাতুসমূহের ঘনত্ব আধাতুর তুলনায় বেশি)।

প্রকৃতিতে ধাতুর মত অধাতুসমূহও বৌগ হিসেবে অবহা ন করে। তবে কোনো কোনো অধাতু যেমন, সাগরকার মুক্ত মৌল হিসেবে পাওয়া যায়।

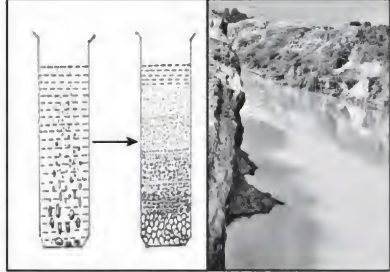
### ১০.২ শিলা (Rock)

অধিকাংশ শিলা কতগুলো শক্ত কণার মিশ্রণে সৃষ্টি হয়েছে। বিভিন্ন খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হয়ে এই কণাগুলো তৈরি হয়েছে। শিলা সবসময় এক রকম থাকে না। আবহাওয়ার সাথে সাথে অর্ধাংশ তাপমাত্রা, বৃষ্টি, কুয়াশা, ঝড়, বায়ু প্রবাহ ইত্যাদির কারণে শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। চূনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে সাগরে যায়। সেখানে তলানি ছদ্ম চূনা পাথর ও বেলে পাথর সৃষ্টি হয়। তলানি বিভিন্ন স্তরে ছদ্ম হয়। এজন্য শিলাতে বিভিন্ন স্তর দেখা যায়। টিলা বা পর্বতছাড়তেও ভূমি বিভিন্ন স্তর দেখতে পাবে। সিমেন্ট ছাত্রীয়া পদার্থ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্ষুদ্র

কান্দাশুলোকে শক্ত করে ধরে রেখে পাথর বা শিলায় পরিণত করে। এই শিলা পাতালিক শিলা। মৃত সামুদ্রিক প্রবাল বা ঝিনুক-শামুকের খোঁসা তলানিতে জমে চূনাপাথরে পরিণত হয়। কোনো কোনো শিলা ভূগর্ভের অনেক গভীরে থাকে। ভূগর্ভের উচ্চ তাপে শিলা গলে যায়। এই গলিত অবহাকে ম্যাগমা বলে। ম্যাগমা ঠান্ডা হলে পুনরায় কঠিন শিলায় পরিণত হয়। এই শিলাকে আগ্নেয় শিলা বলে। এই শিলাশুলোকে অনেক সময় মূল্যবান খনিজ সম্পদ পাওয়া যায়। আবার কখনো তা কেবলই বেলে পাথর।

### ১০.৩ দ্রবীভূত তলানির স্তর সৃষ্টির পরীক্ষা

দুইটি 100 মি.লি. আয়তনের বিকার নাও। বিকার দুটিতে 70 মি.লি. পরিমাণ পানি নাও। এবার একটি বিকারে পরিষ্কার বাগি এবং অপরটিতে এক মুঠি মাটি যোগ কর। দুটি বিকারের মিশ্রণকে একটি নাড়ানি কাঠি দিয়ে ভালভাবে মিশিয়ে দাও। নাড়ানো কক্ষ করে বিকার দুটো ভালোভাবে লক্ষ কর। বিকার দুটি পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে চিত্রের পাহাড়টির গঠন ব্যাখ্যা কর।



চিত্র ১০.২ : শিলা গঠনের পরীক্ষা

স্তর গঠন প্রদর্শনকারী টিনা মটির পাহাড়

### ১০.৪ খনিজ (Mineral)

মূল্যবান ধাতু ও অধাতুসমূহ পৃথিবীর সর্বত্র বিরাজিত থাকলেও ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্বরূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়। এগুলোকে খনিজ বলে। খনিজ পদার্থ বিভিন্ন অর্থে বিভিন্ন প্রকারের। মৌল ও যৌগ বিবেচনায় খনিজ পদার্থ দুই প্রকার। যথা : মৌলিক খনিজ ও যৌগিক খনিজ।

**মৌলিক খনিজ :** স্বর্ণ, হীরা, গম্বক, ইত্যাদি পদার্থকে প্রকৃতিতে মৌলিক পদার্থ রূপে পাওয়া যায়। এ জন্য এগুলো মৌলিক খনিজ।

**যৌগিক খনিজ :** মৌলিক খনিজ বাদ দিলে বাকি সকল খনিজ যৌগিক খনিজ। এদেরকে যৌগ হিসেবে পাওয়া যায়।

উদাহরণ : গ্যাঙ্গেনা (PbS), বক্সাইট ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ )

ভৌত অবস্থা বিবেচনায় খনিজ তিন প্রকার। যথা, ১. কঠিন খনিজ, ২. তরল খনিজ ও ৩. গ্যাসীয় খনিজ।

**কঠিন খনিজ :** কঠিন অবস্থা পাওয়া যায়। বেমন, ম্যাগনেটাইট, বক্সাইট, সালফার বা গম্বক ইত্যাদি।

**তরল খনিজ :** মার্কারি বা পারদ, পেট্রোলিয়াম।

**গ্যাসীয় খনিজ :** প্রাকৃতিক গ্যাস।

### ১০.৫ খনিজ সম্পদের অবস্থান (Position of mineral resources)

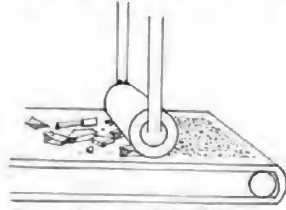
পূর্বে ভূগর্ভকে খনিজ পদার্থের উৎস হিসেবে কল্পনা করা হতো। কিন্তু এ ধারণাকে আর সঠিক বলা যাচ্ছে না। নেত্রকোনার বিজয়পুরের সাদা মাটি বা কেওলিন ভূপৃষ্ঠে টিলা রূপে বিদ্যমান। কলকাতার সমুদ্র উপকূলের বাগি থেকে জিরকন-জিরকোনিয়ামের আকরিক, রুটাইল-টাইটানিয়ামের আকরিক এবং মোনাজাইট-থোরিয়ামের আকরিক ইত্যাদি মূল্যবান খনিজ আহরণ করা হয়। লোহা বা আয়রনের খনিজ-হেমাটাইট, অ্যালুমিনিয়ামের খনিজ-বক্সাইট বা কয়লায় মতো খনিজ ভূতুকে পাওয়া যায়। আবার অনেক খনিজ আহরণের জন্য গর্ত খুঁড়ে ভূতুকের অনেক গভীরে বেতে হয়।

## ১০.৬ আকরিক (Ore)

সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না। যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তাকে আকরিক বলে। প্রকৃতিজাত আকরিকের বৈশিষ্ট্য হলো এদের রাসায়নিক উপাদান সুনির্দিষ্ট। যেমন, ম্যাগনেটাইট সর্বদাই বিশুদ্ধ আকরিক আবার বক্সাইটে সর্বদাই আর্গেন্ট থাকে। খনিজে আকরিকের সাথে বাসি, পাথর, কাশামটি ও অন্যান্য অপ্রয়োজনীয় পদার্থ, অপস্রব বা কলজল হিসেবে থাকে। এই অপস্রবকে বনিজমলা বলে।

## ১০.৭ ধাতু নিষ্কাশন

অধিকাংশ ধাতুর আকরিক প্রকৃতিতে বিভিন্ন ধাতব যৌগ হিসেবে থাকে। কিন্তু ধাতব যৌগে ধাতুসমূহ  $M^{n+}$  আয়ন হিসেবে থাকে। যেখানে  $n$  ধাতুর যোজ্যতা। এই ধাতব আয়নকে বিজারিত করে, আকরিক থেকে প্রয়োজনীয় ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন সাধারণত পাঁচটি ধাপে সম্পন্ন হয়। যথা- ১. আকরিক বিচূর্ণন ২. আকরিকের ঘনীকরণ, ৩. ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর, ৪. ধাতব অক্সাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর এবং ৫. ধাতু বিশোধন। তবে আকরিকের বৈশিষ্ট্য অনুসারে ধাতু নিষ্কাশনের ধাপ নির্ধারণ করা হয়। সকল আকরিকের জন্য সকল ধাপ প্রয়োজন হয় না।



চিত্র ১০.৩ : আকরিক বিচূর্ণন

## ১. আকরিক বিচূর্ণন

প্রকৃতিতে অধিকাংশ আকরিক বিশাল বিশাল শিলা খণ্ড হিসেবে পাওয়া যায়। এই বিশাল শিলা খণ্ডকে কেড়ে ছুদু ছুদু কামায়ে রূপান্তর করা হয় যাতে পরবর্তীতে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটন সহজ হয়। এ জন্য প্রথমে জো ক্রাশারে আকরিককে ছোট ছোট টুকরা করা হয় এবং পরবর্তীতে বাল ক্রাশারে পাউডারে পরিণত করা হয়।

## ২. আকরিকের ঘনীকরণ

বিচূর্ণিত আকরিকের মধ্যে মাটি, বাসি, পাথর, চুনাপাথর এবং কতিপয় অধাতু জৈবজাল হিসেবে থাকে। এগুলোকে বনিজমলা বলে। আকরিক থেকে বনিজমলা দূর করার কয়েকটি পদ্ধতি নিয়ে কাম করা হলো।

**ক. অভিকর্ষ বলের সাহায্যে পৃথকীকরণ:** ধাতুর আকরিক এবং মাটি, বাসি, পাথর, চুনাপাথর, কতিপয় অধাতু ইত্যাদি বনিজমলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ভিন্ন ভিন্ন। বিচূর্ণিত আকরিকে পানি যোগে অসোড়িত করা হয় বা চলমান পানির সাহায্যে বোঁত করা হয়। এতে হালকা বনিজমলগুলো বুয়ে চলে যায় এবং খনিজ ঘনীকৃত হয়।



চিত্র ১০.৪ : ধাতু নিষ্কাশনে অভিকর্ষ বলের ব্যবহার (ধাতু নিষ্কাশনের সময় আকরিক এর মধ্যে মাটি ও উপরে পানি প্রবাহিত করা হয়)

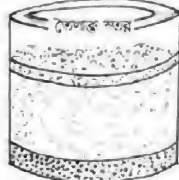
**খ. তেল ফেলা ভাসমান পদ্ধতি:** এই পদ্ধতিটি সাধারণত

সালফাইড আকরিক ঘনীকরণে ব্যবহৃত হয়। সালফাইড আকরিক সহজে তেল সিদ্ধ হয়। বিচূর্ণিত আকরিক একটি বড় গালামায় নিয়ে এতে পানি যোগ করে গরম পরিমাণে উপযুক্ত তেল মিশানো হয়। অন্তঃপের পানিতে বায়ু প্রবাহের সাহায্যে অক্সিজেন সৃষ্টি করা হয়। সালফাইড আকরিকসমূহ তেল সিদ্ধ হয়ে পানির উপরে ফেনার মধ্যে বেঁচে উঠে। ফেনাগহ আকরিক পৃথক করে নেওয়া হয়। বনিজমলা পাতের তলায় পরেত থাকে।

### তেল ফেনা ভাসমান প্রাণীর পরীক্ষা :

#### উপকরণ:

- বাগি
- ফেরোসিন
- স্টেশা
- সরল/গুঁড়া সাবান
- শুষ্ক গ্রাস
- জিপসাম একটি বড় টেন্টিভি
- টেলফেনাইট, গ্যাসেনা বা হেমটাইট আকরিক গুঁড়া



চিত্র ১০.৫ : তেল ফেনা  
ভাসমান প্রাণী

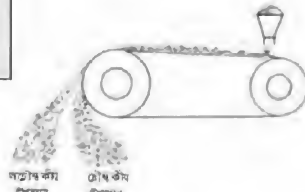
#### পদ্ধতি

১. এক স্টেশন বাক্স গুঁড়োর সাথে সরল/গুঁড়া বাগি মেশান। মিশ্রণটিকে বড় টেন্টিভি-তে নিয়ে পানি দিয়ে অর্ধেক পূর্ণ কর।
২. টেন্টিভি-কে ঘুরে ছিপি লাগিয়ে ক্রাফ। বাগি এক বাক্স বাক্স কি পৃথক হয়েছে?
৩. টেন্টিভি-কে একই সরল/গুঁড়া সাবান এক করে ফেরোসিন যোগ কর।
৪. টেন্টিভি-কে ঘুরে ছিপি লাগিয়ে পুনরায় ভালো করে ক্রাফ।
৫. স্টেশা দিয়ে কিছুটা ফেনা ওয়াচ গ্রাসে দিয়ে পরীক্ষা কর এতে বাক্স আছে কি না?
৬. বাগি অ্যানিটে পড়ে থাকে কিছু বাক্স স্টেট টিউবের উপর রাখা অসমান থাকে।

#### সমস্যা বরা

- কীভাবে শুষ্ক গ্রাসে ফেনা থেকে শুরু আকরিক পাওয়া যাবে?
- আকরিকের সাথে মিশ্রিত বাগির কোনো পরিবর্তন হবে কি?
- কীভাবে করল পরীক্ষাটি আরো ভালো ভাবে সম্পন্ন করা যাবে?

প. চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ : আকরিক বা খনিজমলের কোনো একটির যদি চৌম্বক ধর্ম থাকে তাহলে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এতে একটি প্রাস্টিকের ট্রের বেল্টের উপর দিয়ে চূর্ণীকৃত আকরিক চালান করা হয়। বেল্টের বাহিরের দিকের চাকতিটি চৌম্বক ধর্ম বিশিষ্ট। ফ্রোমাইট:  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , উলফ্রামাইট:  $\text{FeWO}_4$ , রুটাইল:  $\text{TiO}_2$  ইত্যাদি চৌম্বক ধর্ম বিশিষ্ট আকরিক।

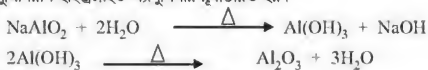


চিত্র ১০.৬ : চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ

ঘ. রাসায়নিক পদ্ধতি : আকরিকের বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে এ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। এ পদ্ধতিতে একটি উপযুক্ত দ্রবকে আকরিকের কাক্ষিত উপাদানকে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবকে হেঁকে নিয়ে খনিজমল পৃথক করা হয়। অতঃপর দ্রব থেকে উপযুক্ত পদ্ধতিতে ঘনীভূত আকরিক সংগ্রহ করা হয়। যেমন, অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইটের সাথে আয়রন অক্সাইড, টাইটানিয়াম অক্সাইড, বাগি ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। বক্সাইটকে বোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রব যোগে  $1500-2000^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলে বক্সাইট দ্রবীভূত হয় এক আয়রন অক্সাইড, টাইটানিয়াম অক্সাইড ইত্যাদি দ্রবীভূত হয় না। দ্রবটি হেঁকে খনিজমল বাল দেওয়া হয়।



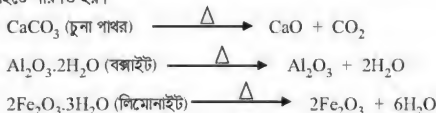
পরিণতকৈ পানি যোগে উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অ্যালুমিনার রূপান্তরিত হয়।



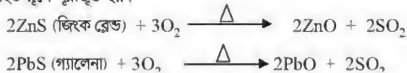
### ৩. ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর

ঘনীকৃত আকরিককে ভস্মীকরণ বা অপজারণ পদ্ধতিতে ধাতুর অক্সাইডে পরিণত করা হয়।

ক. ভস্মীকরণ: ঘনীকৃত আকরিককে গলনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করা হয়। এর ফলে আকরিক থেকে জৈব উপাদান ও জলীয়বাষ্প দূরীভূত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ধাতুর অক্সাইড বা কার্বনেট, ধাতব অক্সাইডে পরিণত হয়।




খ. তাপজারণ: সাধারণত সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করা হয়। সালফাইড আকরিককে বায়ু প্রবাহের উপস্থিতিতে গলনাঙ্ক তাপমাত্রার নিম্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। খনিজমল যেমন, সালফার, আর্সেনিক, ফসফরাস ইত্যাদি উদ্যায়ী অক্সাইড রূপে দূরীভূত হয়।



(সাধারণত: উৎপন্ন সালফার ডাইঅক্সাইড জলীয়বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে এসিডে পরিণত হয়ে এসিড বৃষ্টির সৃষ্টি করতে পারে।)

টেবিল : ধাতুর রাসায়নিক সক্রিয়তা এবং ধাতব আয়ন থেকে ধাতু উৎপাদন কৌশল।

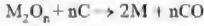
|  | ধাতব আয়ন       | ধাতু উৎপাদন কৌশল                 |   |
|--|-----------------|----------------------------------|---|
|  | লিথিয়াম        | $\text{Li}^+$                    | গলিত আকরিক বা সর্বোত্তম তড়িৎবিদ্যুৎ                            |
|  | পটাসিয়াম       | $\text{K}^+$                     |   |
|  | ক্যালসিয়াম     | $\text{Ca}^{2+}$                 |   |
|  | সোডিয়াম        | $\text{Na}^+$                    |   |
|  | ম্যাগনেসিয়াম   | $\text{Mg}^{2+}$                 |   |
|  | অ্যালুমিনিয়াম  | $\text{Al}^{3+}$                 | কোক তরঙ্গ বা কার্বন মনোক্সাইডের সাহায্যে বিজারণ                 |
|  | ম্যাংগানিজ      | $\text{Mn}^{2+}$                 |   |
|  | জিংক            | $\text{Zn}^{2+}$                 |   |
|  | ক্রোমিয়াম      | $\text{Cr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$ |   |
|  | আয়রন বা সোহা   | $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ |   |
|  | সোডা বা সিনা    | $\text{Pb}^{2+}$                 | মৌল হিসেবে পাওয়া যায় অথবা সালফাইড বা কার্বনেট আকরিকের তাপজারণ |
|  | কপার বা তামা    | $\text{Cu}^{2+}$                 |   |
|  | সিলভার বা চুপা  | $\text{Ag}^+$                    |   |
|  | মার্কসি বা পারল | $\text{Hg}^{2+}$                 |   |
|  | প্ল্যাটিনাম     | $\text{Pt}^{2+}$                 |   |
|  | গোল্ড বা স্বর্ণ | $\text{Au}^+$                    |   |

ধাতব আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণ করার প্রবণতার ভিত্তিতে সক্রিয়তা সিরিজ

## ৪. ধাতব অক্সাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর

হাজার বছর আগের মানুষ রাসায়নিক বিক্রিয়ার ধারণা জড়াই ধাতু আহরণ করতে সক্ষম হয়েছিল। জাকদিকভাবে মানুষ ধাতু পেয়ে গিয়েছিল। ধারণা করা হয় আকস্মিক সমুদ্র কোনো শিলকে অগুনে নিষ্পেষ করেছিল এবং পরবর্তীতে ধাতু পেয়েছিল। এ কাজে মানুষের দুটি জিনিস প্রয়োজন হয়েছিল। যথা— আগুন ও কয়লা বা কার্বন। জ্বেনে রাখা অনেক ধাতুর আকস্মিক ধাতব অক্সাইড এবং এই ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে ধাতু মুক্ত হয়, এই প্রক্রিয়াকে কার্বন বিজ্ঞারন বলে। কার্বন অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাই অক্সাইড গঠন করে।

যেমন,



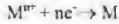
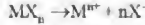
যেমন,



এ প্রক্রিয়াকে ফ্রেস্টার বা আকস্মিক গলিয়ে ধাতু নিকালন বলা হয়। এতে আকস্মিকের ধাতব আয়ন বিজারিত হয়। কারণ, এখানে ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করেছে। সূত্রসহ ধাতু নিকালন একটি বিজ্ঞারন প্রক্রিয়া। লেড বা সিনা আয়নের বিজ্ঞারন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:



কদর বা তামা, অয়রন বা সোহা, জিংক বা দস্তা, ম্যাঙ্গানিজ এবং ক্রোমিয়াম ধাতুকে এই পদ্ধতিতে নিকালন করা যায়। এছাড়াও অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহের অক্সাইড বা অন্য ধাতব বৌদ থেকে ধাতু মুক্ত করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের মূলনীতি:  $M_2O_n \rightarrow 2M^{n+} + nO^{2-}$



শিল্পকার্যে কয়লা : লেড বা সিনার অক্সাইড থেকে ধাতব লেড নিকালন।

উপকরণ

- হলুদ বর্ণের লেড অক্সাইড
- এক টুকরা সাদা কাগজ
- বুনসেন বার্নার/শিফট গ্যাস
- দিয়ালাইয়ের কাঠি



চিত্র ১০.৭ : সেডের বৌদ

সতর্কতা

লেড, লেড অক্সাইড ও এর বাষ্প বিষাক্ত পদার্থ। একে ঝাড়া হাতে স্পর্শ করবে না। এর বাষ্প শ্বাস-প্রশ্বাসের সাথে টেনে নিবে না।

পদ্ধতি

১. প্রথমে বার্নারের শিফট করে নাক।

২. একটি দিয়ালাইয়ের কাঠি এ মনজায়ে পেড়াও বেন বাল্বের কোনে অবশেষ না থাকে।

৩. দিয়ালাইয়ের কাঠির কমলা হয়ে যাওয়া অবধি পানিতে ডিঙ্কিয়ে একটি লেড অক্সাইড যুক্ত কর।

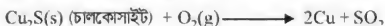
৪. দিয়ালাইয়ের কাঠির লেড অক্সাইড যুক্ত মাথাটি বার্নারের আগুনে ধর এবং উজ্জ্বল শ্বাস বর্ণের গলিত লেডের জোঠ কিছু সৃষ্টি হয় কি না তা লক্ষ কর।

৫. দিয়াশলাইয়ের কঠিটি ঠাণ্ডা হতে দাও। একে একটি সাদা কাগজের উপরে রেখে লেড কলা খুঁজে বের কর। প্রয়োজনে একটি আভিসি কাচ (গ্লেস) ব্যবহার কর। পূর্ববেক্ষণে যদি কোনো লেড না পাওয়া যায় তা হলে ২-৫ ধাপের কাছগুলো পুনরায় কর।

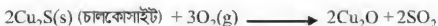
#### মন্তব্য কর :

১. দিয়াশলাইয়ের কাঠির পোড়া অংশটি পানিতে ভেজানোর কারণ ব্যাখ্যা কর।
২. এতে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়েছে কি না? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।
৩. সিসা বা লেড মুক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন কোথা থেকে এলো?
৪. কক্ষীয় ও অণুবীক্ষণিক স্তরে ব্যবহার করে বিক্রিয়াটির রাসায়নিক সমীকরণ লিখ।
৫. কপার, আয়রন বা জিঙ্ক অক্সাইড নিয়ে পরীক্ষাটি করলে একই রকম ফল পাওয়া যাবে কি না। তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

আকরিক ধাতব আয়রন ও অ্যানায়নের বন্ধন শক্তির উপর নির্ভর করে ধাতু মুক্ত করতে গলন বা বিচ্ছারণ প্রয়োজন হবে। সক্রিয় ধাতুসমূহের ক্ষেত্রে শক্তিশালী বন্ধন বিদ্যমান থাকে। নিক্রিয় ধাতুগুলো মুক্ত অবস্থায় থাকে ফলে এই ধাতু নিক্রিয় শব্দে বিজারণ প্রয়োজন হয় না। যেমন, Au, Ag ও Pt। এ জন্য প্রাগৈতিহাসিক কাল থেকে স্বর্ণ ও রূপার (সিলভার) ব্যবহার লক্ষ করা যায়। কোনো কোনো ধাতু গ্রায় নিক্রিয়, যেগুলোর সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করে ধাতু মুক্ত করা যায়। যেমন, তামা। এতে সালফাইড আয়রন জারিত হয়ে সালফার ডাই অক্সাইড এবং কপার আয়রন বিজারিত হয়ে কপার বা তামার রূপান্তরিত হয়।



বিক্রিয়াটি একাধিক ধাপে সম্পন্ন হয়। যেমন,



জারণ বিক্রিয়ার উৎপন্ন কিউপ্রাস অক্সাইড অজারিত কিউপ্রাস সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু মুক্ত করে। এই প্রক্রিয়াকে স্ব বিজারণ বলে।



সক্রিয় ধাতুর সালফাইড আকরিকের তাপজারণে ধাতু মুক্ত না হয়ে ধাতুর অক্সাইডে পরিণত হয়।



উৎপন্ন ধাতুর অক্সাইডকে কোক কয়লা বা কার্বন মনোক্সাইড সহযোগে বিজারিত করে ধাতু মুক্ত করা হয়।



কোনো কোনো ধাতু নিক্রিয় শব্দে কোক কয়লা বা কার্বন পরিহার করা আবশ্যিক। এ ক্ষেত্রে বিজারকরূপে  $\text{H}_2$ , Fe বা Al ব্যবহার করা হয়।



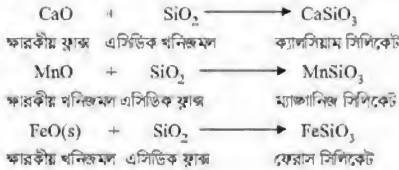
অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহকে এগুলোর গলিত লবণের তড়িৎবিশ্লেষণ করে ধাতু মুক্ত করা হয়। যেমন, Al, Na ইত্যাদি।



### ৫. ধাতু বিশোধন

ধাতুর আকরিকের সাথে শেষ পর্যন্ত কিছু খনিজমল থেকে যায়। এই খনিজমল দূর করার জন্য আকরিকের সাথে ফ্লাক্স বা ক্রিয়াগর যোগ করা হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় আকরিকের ধাতব অক্সাইড বিচ্ছিন্ন হয়ে ধাতু মুক্ত হয় এবং ফ্লাক্স, খনিজমলের সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল উৎপন্ন করে। ধাতুমল গলিত ধাতুতে প্রবাহিত হয় না। অপেক্ষাকৃত হালকা বলে ধাতুমল সহজেই গলিত ধাতু থেকে পৃথক করা যায়। এ প্রক্রিয়াকে **কিশলশ** বলে।

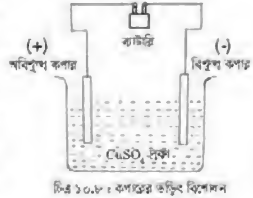
খনিজমলপূর্ণ এসিড বা ফ্লুর ধর্মবিশিষ্ট হয়। এসিড ধর্মবিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য ফ্লুর ধর্মবিশিষ্ট ফ্লাক্স এক ফ্লুর ধর্মবিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য এসিড ধর্মবিশিষ্ট ফ্লাক্স যোগ করা হয়। যেমন,



### তড়িৎ বিশোধন:

কিালন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতুকে আরো বিশুদ্ধ করার জন্য তড়িৎ বিশোধন

করা হয়। যেমন, কিালন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন কপার বা তামা ৯৪% বিশুদ্ধ হয়। একে তড়িৎবিশোধন করলে ৯৯.৯% বিশুদ্ধ কপার বা তামা পাওয়া যায়। তড়িৎবিশোধনে বিন্দু শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠন করা হয়। এতে অবিশুদ্ধ কপারের মেটা পাত তৈরি করে বিন্দু উৎসের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে এবং বিশুদ্ধ কপারের একটি পাতলা পাত ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। কপার সালফেট দ্রব ও সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণ পূর্ণ একটি ট্যাংকে বা ট্যাংকের মধ্যে দুটি পাতকেই ডোবানো হয়। এই দ্রবের ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে অবিশুদ্ধ কপার প্রবাহিত হয় এক বিজ্ঞান বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ কপার পাতলা পাতে জমা হয়।



চিত্র ১০.৮ : কপারের তড়িৎ বিশোধন



অবিশুদ্ধ কপারের অলদ্রব্যগুলো ট্যাংক বা ট্যাংকের অলয় গ্যাস হিসেবে জমা হয়। এই গ্যাসের মধ্যে প্রায় নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন স্বর্ণ ও রূপা থাকে যা পুনঃস্থান করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় যথেষ্ট বিন্দু প্রয়োজন হয়।

অম্লিক সক্রিয় ধাতু যেমন লিথিয়াম, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর লবণ বা আকরিকের তড়িৎবিশোধন ধাতু মুক্ত হয়। এ জন্য লবণ বা আকরিককে গ্যাসের প্রয়োজন হয়।

### শিক্ষার্থীর কাজ :

১. সোডিয়াম ফ্লোরাইডের গলনংক ৪০১ °C। সোডিয়াম ফ্লোরাইড ৪০-৪২% এবং ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড ৫৪-৬০% মিশ্রণের গলনংক প্রায় ৬০০ °C। উপর্যুক্ত বিঘটিত বিকেন্দ্র নিয়ে সোডিয়াম ধাতু নিকট শব্দের একটি কৌশল বর্ণনা কর। এ জন্য যে বিষয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো-

- বিক্রানের পরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়ার উৎপাদসমূহের পরিবেশ দৃশ্য।

২. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের গলনকে  $2050^{\circ}\text{C}$ । অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড এবং ক্রোমাইট  $\text{Na}_2\text{AlF}_6$  মিশ্রণের গলনকে  $800-1000^{\circ}\text{C}$  এর মধ্যে। উপর্যুক্ত বিক্রয়টি বিবেচনা নিয়ে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিক শনের একটি কৌশল কনি কর। এ জন্য যে বিক্রয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো—

- বিক্রানের পরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়ার উৎপাদসমূহের পরিবেশ দৃশ্য।

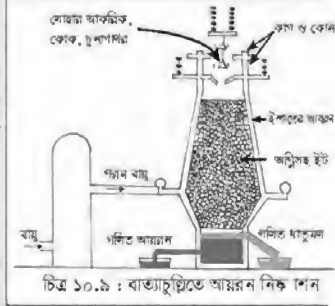
৩. কপার নিক শনের সময় উপজাত গ্যাস পরিবেশের

কী ক্ষতি করবে? এ ক্ষতি [এসিড বৃষ্টি] থেকে পরিভ্রান্তের উপায় ব্যাখ্যা কর। পরিবেশের ক্ষতি প্রতিরোধ করে এই উপজাত গ্যাসকে দাখলন কর কয়েক ব্যবহার উপায় সম্পর্কে তোমার মতামত দাও।

৪. চিত্রটি লক্ষ কর এক প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

চল্লিশে সংগঠিত সম্ভাব্য বিক্রয়সমূহ ডায়ায় ও অমাবিক সকেটের সাহায্যে দিও। বিবেচনা করবে: আকরিকের সাথে অণিলম্বা হিসেবে সিলিকন ডাই অক্সাইড উপস্থিতি আছে, বিক্রিয়ার উৎপাদ বিক্রিয়ার উপস্থিতি অদ্ব্যন্য বিক্রয়ক বা উৎপাদের সাথে বিক্রিয়া করতে পারে।

৫. চৌম্বিক উপস্থিতি আকরিক থেকে ধাতু নিক শনের সম্ভাব্য বিক্রিয়া চৌম্বিক উপস্থিতি পন কর। তোমার উত্তরের স্ব পক্ষে বৃদ্ধি মণ্ডব কলামে উপস্থাপন কর।



| ধাতু           | আকরিক  | শিথ শনের বিক্রিয়া | মন্তব্য |
|----------------|--|--------------------|---------|
| মার্কারি       | সিন্ধুবার $\text{HgS}$                                     |                    |         |
| জিংক           | জিংক ব্লেন্ড $\text{ZnS}$                                  |                    |         |
|                | ক্যালসাইন $\text{ZnCO}_3$                                  |                    |         |
| লেড            | গ্যালেনা $\text{PbS}$                                      |                    |         |
| অক্সিজেন       | ম্যাগনেটাইট $\text{Fe}_3\text{O}_4$                        |                    |         |
|                | হেমটাইট $\text{Fe}_2\text{O}_3$                            |                    |         |
|                | লিমোনাইট $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |                    |         |
| কপার           | কপার পাইরাইট $\text{CuFeS}_2$                              |                    |         |
|                | চালকোসাইট $\text{Cu}_2\text{S}$                            |                    |         |
| অ্যালুমিনিয়াম | বক্সাইট $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  |                    |         |
| সোডিয়াম       | সোডারের পটন $\text{NaCl}$                                  |                    |         |
| ক্যালসিয়াম    | চুনাপথর $\text{CaCO}_3$                                    |                    |         |

### ১০.৮ নির্বাচিত সংকর ধাতু

মানুষ প্রথম কপার ধাতু নিক শন করেছিল। সে সময় তারা গহনা, অস্ত্র এবং যন্ত্রপাতি তৈরিতে কপার ব্যবহার করত। সভ্যতার ইতিহাসে খ্রিস্টপূর্ব ৫০০০ থেকে ৩০০০ পর্যন্ত সময় কালকে তাম্র যুগ বলা হয়। কপার বা তামা নরম বিধায় তামা দিয়ে তৈরি অস্ত্র ও যন্ত্রপাতি বেশি কার্যকর ছিল না। কপারের সাথে সামান্য পরিমাণে ধাতব টিন মিশালে কপারের কাঠিন্য বহুলোম্বে বৃদ্ধি পায়। এই মিশ্রণ অবিকার ছিল যুগান্তকারী ঘটনা। কপার ও টিনের মিশ্রণে উৎপন্ন ধাতু সংকর হলো ব্রোঞ্জ। খ্রিস্টপূর্ব ৩০০০ থেকে ১০০০ পর্যন্ত সময় কালকে ব্রোঞ্জ যুগ বলা হয়।

গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে ধাতু সংকর তৈরি করা হয়। ধাতু অপেক্ষা ধাতু সংকর অনেক বেশি ব্যবহার উপযোগী। যেমন, ধাতব লোহা এবং অধাতু কার্বনের মিশ্রণ হলো স্টিল। এটিকে ধাতু সংকর হিসেবে বিবেচনা করা যায়। লোহা অপেক্ষা স্টিলের ব্যবহার উপযোগিতা অনেক বেশি। এছাড়া লোহার সাথে কার্বন, নিকেল ও রোমিয়াম মিশিয়ে মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল) পাওয়া যায়। নিকেল স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে এবং রোমিয়াম মরিচা প্রতিরোধ করে। খাটি স্বর্ণ নরম বিধায় তার সাথে কপার অথবা রূপা মিশ্রিত সংকর, গহনা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। নিচের টেবিলে কয়েকটি সংকর ধাতুর উপাদান ও ব্যবহার উল্লেখ করা হলো—

| ধাতু সংকর                              | উপাদান ও সংযুক্তি  | ব্যবহার  |
|--|--|--|
| স্টিল                                  | লোহা ৭৭%<br>কার্বন ১%  | রেলের ঢাকা ও লাইন, ইঞ্জিন, ছায়াছ, যানবাহন, ফেনইন, যুদ্ধাস্ত্র, ছুরি, কাঁচি, খড়ির শিখ, চুষ ক, স্বয়ংযন্ত্রপাতি ইত্যাদি। |
| মরিচাবিহীন ইস্পাত<br>(স্টেইনলেস স্টিল) | লোহা ৭৪%<br>ক্রোমিয়াম ১৪%<br>নিকেল ৪%   | ছুরি, কটাকাচ, পাকবস্তুর লিফ, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি।                           |
| পিত্তল (ব্রাস)                         | কপার ৬৫%<br>জিংক ৩৫%   | অলংকার, কলকজার বিয়ারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, চেস পাতিল ইত্যাদি।  |
| কস (ব্রোঞ্জ)                           | কপার ৭০%<br>টিন ১০%  | ধাতু গলনো, যন্ত্রাংশ, বালা, গ্রাস ইত্যাদি।   |
| ডুয়ানামিন                             | অ্যালুমিনিয়াম ৭৫%<br>কপার ৪%<br>ম্যাগনেসিয়াম,<br>ম্যাংকানিজ ও<br>লোহা ১%   | উড়োজাহাজের বাড়ি, বাই সাইকেলের পার্টস ইত্যাদি   |
| স্বর্ণ                                 | ২৪ ক্যারেট: ১০০% স্বর্ণ<br>২১ ক্যারেট: ৮৭.৫% স্বর্ণ<br>১২.৫% কপার সহ<br>অন্যান্য ধাতু<br>২২ ক্যারেট:<br>৭১.৬৭% স্বর্ণ,<br>৮.৩৩% কপার<br>সহ অন্যান্য ধাতু | অলংকার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়  |

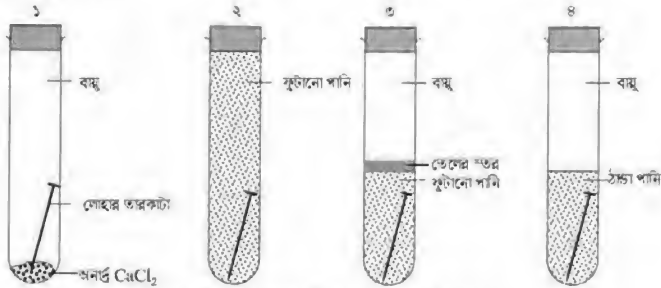
### কতিপয় ধাতু ও সংকর ধাতুর ক্ষয় হওয়ার লক্ষণ ও কারণ

ধাতুর ক্ষয় হওয়ার সাধারণ পদ্ধতি হলো মরিচা পড়া। কোনো ধাতু বা ধাতু সংকর পরিবেশের উপাদান, যেমন—অক্সিজেন ও পানি সাথে রাসায়নিক ক্রিয়ায় ক্ষয় হয়। এই ক্ষয় হওয়ার হার নির্ভর করে ধাতুর সক্রিয়তার উপর।

সাধারণত সক্রিয় ধাতুসমূহ দ্রুত ক্ষয় হয়। নতুন আমর (কপারের) বর্ক গোলাপি বা আমাটে। কিছুদিন রেখে দিলে কপারের বর্ক স্বাদামি হয়ে যায়। কারণ, এর উপরে কপার অক্সাইডের আবরণ তৈরি হয়। তুমি নিচয়ই তামা ও পিতলের তৈরি পাতিল (ডোণ) বা মসজিদ-মন্দিরের নকশা দেখেছ। কিছুদিন পরিকার না বরা হলে এগুলোর গায়ে সবুজ বর্ণের আভ্রমণের আবরণ সৃষ্টি হয়। এটি এক প্রকার কপার লবণ। এর উপাদান পরিবেশের উপর নির্ভর করে। আভ্রমণ সাধারণত কপার (II) কার্বনেট এবং কপার (II) হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ  $[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$ । আভ্রমণ জৈব এসিডে দ্রবীভূত হয়। তাই জৈব এসিড সমৃদ্ধ ফল (চেরুল, কমরাডা) দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রীকে পরিকার করলে আভ্রমণ দূরীভূত হয়ে সোনালি সৌন্দর্য ফিরে পায়। স্বর্ণ (Au) ও প্লাটিনাম (Pt) নিক্রিয়। হাজার বছরেও এগুলোর ক্ষয় হয় না।

গোহা বা সিল কিছুদিন রেখে দিলে এর উপর জং বা মরিচা ধরে। মরিচা বিশ্বব্যাপী এক বড় ধরনের সমস্যা। মরিচার কারণে গোহা বা সিলের তৈরি কাঠামো পরিবর্তনে পতি বছর সারা পৃথিবীতে প্রায় ১ বিলিয়ন আমেরিকান ডলার ব্যয় হয়। মরিচা হলো দ্রুত বানমি বর্ণের জঙ্কর বন্ধু। এটি মূলত আর্দ্র অক্সিজেন (III) অক্সাইড  $[Fe_2O_3 \cdot nH_2O]$ । গোহা বা সিলে মরিচা ধরার জন্য পানি ও অক্সিজেন দুটোই প্রয়োজন। এর একটিও যদি অনুপস্থিত থাকে তা হলে মরিচা ধরে না।

### মরিচা সৃষ্টির পরীক্ষা



(পানির দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণের জন্য পানি ফুটানো হয়)

চিত্র ১০.১০ : গোহার মরিচা সৃষ্টির পরীক্ষা

- চারটি টেস্টটিউব নাম এবং ১ থেকে ৪ নম্বর দিয়ে চিহ্নিত কর।
- টেনসিটিউবগুলোতে চিত্রের ন্যায় ব্যবস্থা কর।
- ৩নং টেনসিটিউবের পানিতে ১ মিনিট ফুটিয়ে পানির উপর ১ মিলি রান্নার তেল বা অধিক অয়েল যোগ কর। তেলের বাধার কারণে ভেতরে বায়ু প্রবেশ করতে পারবে না।

এভাবে টেনসিটিউবগুলোকে এক সপ্তাহ রেখে দাখ এবং পরীক্ষা কর।

**বি.ম্.** মরিচা সৃষ্টিরোগে গোহার উপর গ্যালাভানাইজিং করা হয়। উন্নত দেশে বৈদ্যুতিক পদ্ধতিতে গোহার সিলের উপর জিংক ও তিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। একে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলা হয়।

• তোমার জানমতে গ্যাসজনাইজিং ব্যতীত আর কোন কোন পদ্ধতিতে মরিচা প্রতিরোধ করা হয়? পরীক্ষার পর্ববেক্ষণের ভিত্তিতে পদ্ধতিসূচীর কার্যকরিতা ব্যাখ্যা কর।

### ১০.৯ ধাতু পুনঃক্রিয়াজাতকরণ

পৃথিবীতে প্রতিটি মৌলিক পদার্থের পরিমাণ নির্দিষ্ট। নতুন করে কোনের মৌলিক পদার্থ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। সুতরাং প্রতিটি খনিজ পদার্থই অসীম নয়, সসীম। বর্ষমান হারে ধাতু ব্যবহার করতে থাকলে এ পর্যন্ত পৃথিবীতে আবিষ্কৃত ধাতুর খনিজ অণুসীমী ১২০-১৫০ বছরে শেষ হয়ে যাবে। সুতরাং শুধু মাত্র ধাতু আহরণ করলে তা বহুদিন ধরে পাওয়া যাবে। তাছাড়া ধাতুর পুনঃক্রিয়াজাতকরণ পরিবেশগত সমস্যার সমাধানে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এতে অর্থ ও জুগলানি সাশ্রয় হয়। অ্যালুমিনিয়াম নিকশনে প্রয়োজনীয় জুগলানির মাত্র ৫% খরচ করে সমপরিমাণ অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পুনঃক্রিয়াজাত করা যায়। প্রধানত অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, কপার, তাম্র, লেড ইত্যাদি পুনঃক্রিয়াজাতকরণ করা হয়। যুক্তরাষ্ট্রের ব্যবহৃত মোট কপারের ২১% পুনঃক্রিয়াজাতকৃত। ইউরোপের ব্যবহৃত অ্যালুমিনিয়ামের ৫% পুনঃক্রিয়াজাতকৃত। জিংকস ক্যান, দুগের তিন, রান্নার হাতি পাতিল, বিভিন্ন পরিশুদ্ধ যন্ত্র যশ, পরিচ্যুত গাড়ির অংশ থেকে ধাতু পুনঃক্রিয়াজাতকরণ করা যায়। ঐচ্ছিক কোম্পানির ট্যাকলেটে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর স্ট্রিপ থাকে। এগুলো পুনঃক্রিয়াজাত করে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পাওয়া সম্ভব।

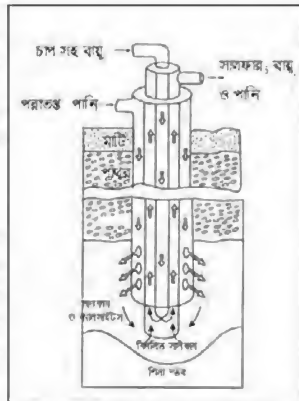
**অ্যানাইসোট:** বর্জ্য ফেলার ভাঙা, পরিবেশ সমস্যা ও আর্থিক ব্যয় বিবেচনায় তোমার নিজের এলাকায় কোন কোন ধাতু পুনঃক্রিয়াজাতকরণ গাভজনক তা অনুমান কর। বর্জ্য কীভাবে বিন্যস্ত করলে পুনঃক্রিয়াজাতকরণ সহজ হবে।

### ১০.১০ খনিজ অধাতু

প্রাকৃতিক খনিজসমূহ থেকে কেবল ধাতুই নয় অধাতুসমূহও পাওয়া যায়। কার্বনের খনিজ কয়লা, সিগিকনের খনিজ সিগিকা, ফসফরাসের খনিজ ফসফেট এবং সালফারের খনিজ অনাথম। খনিজ পদার্থ ভীষণ অধারের সাথে বেশি সম্পর্কযুক্ত কিয়াল কার্বনকে লোহানে আলোচনা করা হয়েছে। গুরুত্ব বিবেচনায় এখানে শুধু সালফার খনিজ বিষয়ে আলোচনা করা হলো।

#### ক. সালফার :

পৃথিবীতে একে মূল অবস্থায় পাওয়া যায় বলে একে খনি থেকে সরাসরি আহরণ করা হয়। সালফারের খনি মাটির অনেক গভীরে থাকে। খনি থেকে আহরণের জন্য শ্রিনট এককেন্দ্রিক নল সালফার স্তরের গভীরে প্রবেশ করানো হয়। সর্ববর্তীত্ব নল দিয়ে উচ্চ চাপে ১৮০°C তাপমাত্রায় জেদীয়াবাস্প প্রবেশ করানো হয়। সালফারের গলনাংক ১১৭°C ফলে সালফার জেদীয়াবাস্পের সহস্পর্শে গলে যায়। কেন্দ্রীয় নলটি দিয়ে উচ্চ চাপে গরম বায়ু প্রবেশ করানো হয়। চাপের প্রভাবে গলিত সালফার মাধ্যমের নলটি দিয়ে বেরিয়ে আসে। একে ফ্রেশ (৪৯৯) পদ্ধতি বলা হয়।



চিত্র ১০.১১ : ফ্রাশ পদ্ধতিতে সালফার উত্তোলন

### সাধারণের ব্যবহার

সালফার অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ মৌল। রসায়ন শিল্পের প্রধান কাঁচামাল সালফিউরিক এসিড সালফার থেকে প্রস্তুত করা হয়। রানার ভগবানাজি, সালফাট্রস, দিমাশপাই, বারুদ ও ষ্টেইনলেস স্টিলের ব্যবহৃত হাইড্রোজেন বিভিন্ন আবশ্যকীয় যৌগ প্রস্তুতিতে সালফার ব্যবহৃত হয়।

সালফারের যৌগ : সালফারের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ নিচে আলোচনা করা হলো।

খ. সালফার ডাই অক্সাইড:

সালফার ডাইঅক্সাইড অত্যন্ত সুস্থিতিশীল। সালফারকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে সালফার ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়।



আঁকোলা গন্ধযুক্ত সালফার ডাইঅক্সাইড অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস। সালফার যুক্ত কমলা, অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম তেল অক্সিজেনে পোড়ালে সালফার ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। পানির সাথে যুক্ত হয়ে এটি সালফিউরাস এসিড উৎপন্ন করে।

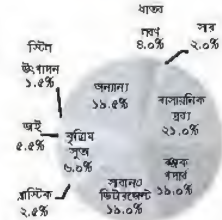


এই গ্যাস এসিড বৃষ্টির অন্যতম কারণ। এটি একটি প্রধান বায়ু দূষক পদার্থ। এরপরেও সালফার ডাই অক্সাইড অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। এর প্রধান ব্যবহার সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে। তাছাড়া এটি জীবাণু ও কীটনাশক হিসেবে, বিরক্তক হিসেবে এক ধরনের পচন রোধে ব্যবহৃত হয়। পিয়াজে রয়েছে সালফারের যৌগ। পিয়াজ কাটার সময় এই যৌগ বিযোজিত হয়ে সালফার ডাই অক্সাইড ( $SO_2$ ) উৎপন্ন করে যার কারণে পানির সংস্পর্শে সালফিউরাস এসিডে ( $H_2SO_3$ ) পরিণত হয় এক চোখে জ্বালা করে।

### গ. সালফিউরিক এসিড:

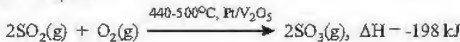
সালফিউরিক এসিড সর্বোচ্চ রাসায়নিক প্রযোজ্য মধ্য সর্বোচ্চ বেশি পরিমাণে উৎপাদন ও ব্যবহৃত হয়। একটি দেশে সালফিউরিক এসিড উৎপাদন ও ব্যবহারের পরিমাণকে ঐ দেশের অর্থনৈতিক স্থিতিশীলতা বা শিল্পায়নের মাপদণ্ড হিসেবে বিবেচনা করা হয়। প্রতি বছর বিশ্বব্যাপী কয়েক মিলিয়ন টন সালফিউরিক এসিড উৎপাদন করা হয়। এই এসিড রসায়ন শিল্পে বহু দ্রব্য উৎপাদনে কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে স্পর্শ পদ্ধতি



চিত্র ১০.১২ : সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার

সাধারণ অবস্থায় সালফার ডাই অক্সাইড বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় না। স্পর্শ চেম্বারে  $400-450^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় প্রাচীনাম চূর্ণ বা সোডাঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে সালফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন করে।



এটি একটি উত্মুখী বিক্রিয়া। লা শাতেলিয় নীতি ব্যবহার করে এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা  $\text{SO}_3$  এর পরিমাণ বৃদ্ধি করা যায়। সম্মুখাতিমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সুতরাং বিক্রিয়ার তাপমাত্রা কম হলে উৎপাদ বেশি হবে। আবার কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি কম থাকে। এখানে  $450^\circ\text{C}$  অত্যনুকূল তাপমাত্রা। এ তাপমাত্রায় অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক পরিমাণে  $\text{SO}_3$  উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটিতে বাম থেকে ডান দিকে অশুর সংখ্যা কম। উচ্চ চাপ এই বিক্রিয়ার জন্য অনুকূল হলেও বিক্রিয়াটি স্বাভাবিক বায়ু চাপে সংগঠিত করা হয়। এতে প্রায় 96% সালফার ডাই অক্সাইড ও অক্সিজেন সালফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত হয়। সম্মুখাতিমুখী বিক্রিয়ার উৎপন্ন তাপ বিক্রিয়ক গ্যাসকে উত্তপ্ত করে। এতে তাপশক্তি অর্থাৎ অর্থের সাহায্য হয়।

সালফার ট্রাই অক্সাইডের সাথে পানি যোগ করা হলে সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন হয়। কিন্তু এক ক্ষেত্রে সমস্যা হলে সালফার ট্রাই অক্সাইড বাতাসের জলীয়বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফিউরিক এসিডের ঘন কুমাশা সৃষ্টি করে, যা ঘনীভূত করা অত্যন্ত কঠিন।



তাই  $\text{SO}_3$  কে 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  এ শোষণ করে ধূমায়মান (fuming) সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করা হয়। ধূমায়মান সালফিউরিক এসিডকে গুলিয়াম বলা হয়। গুলিয়ামকে পানির সাথে মিশ্রিত করে প্রয়োজনমত লবু করা হয়।



বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড ঘন তৈলাক্ত তরল পদার্থ বা পানিতে সফল অনুপাতে মিশ্রণীয়। সালফিউরিক এসিডে পানি যোগ করলে প্রচুর তাপ সৃষ্টি করে ও বিস্ফোরিত হয়। এ জন্য ক্রমাগত নাড়ানো অবস্থা পানিতে ফেঁটায় ফেঁটায় সালফিউরিক এসিড যোগ করে লবু করা হয়। লবুকরণ পাত্র বেশি গরম হয়ে গেলে এসিড মেশানো বস্ত্র রাখতে হয় এবং ঠান্ডা হলে পুনরায় যোগ করা হয়। এসিড লবুকরণ পাত্রকে ঠান্ডা পানির উপর রাখলে পাত্র কম গরম হয়।

নিরুদক : পানি শোষণকারী পদার্থ। নিরুদক প্রয়োজনে যৌগ থেকে বন্ধন ভাঙার মাধ্যমে পানি উৎপন্ন করে তা শোষণ করে।



সালফিউরিক এসিড; এসিড, জ্বারক ও নিরুদক হিসেবে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ নেয়।

#### শিক্ষার্থীর কাজ :

- একটি টেস্টটিউবে 2-3 mL চূনের পানি নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা লবু সালফিউরিক এসিড যোগ করা। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ।
- একটি টেস্টটিউবে এক টিমটি পটাসিয়াম আয়োডাইড KI নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা ঘন সালফিউরিক এসিড যোগ কর। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ।
- একটি টেস্টটিউবে এক চা চামচ চিনি ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা ঘন সালফিউরিক এসিড যোগ কর। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ কর। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখ। এই পরীক্ষাটি সাবধানে করতে হবে।
- উপরের পরীক্ষা তিনটির কোনটিতে সালফিউরিক এসিডের কোন ধর্ম (এসিড, জ্বারক ও নিরুদক) প্রকাশ করে তা ব্যাখ্যা কর।
- সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার প্রকাশকারী পাই চার্টের (চিত্র: ১০.১২) তথ্যের ভিত্তিতে বাংলাদেশে সালফিউরিক এসিডের অর্থনৈতিক গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর।

## অনুশীলনী

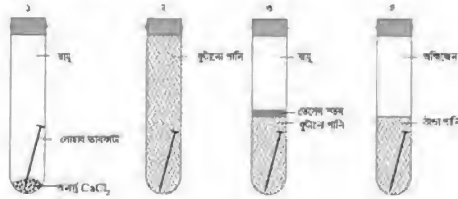
### বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. টেবিলের কোন রেকর্ডটি সাধারণত ধাতুর বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে?

|    | গলনাংক | স্ফটনাংক | ঘনত্ব |    | গলনাংক | স্ফটনাংক | ঘনত্ব |
|----|--------|----------|-------|----|--------|----------|-------|
| ক. | 1539   | 2887     | 7.86  | খ. | -219   | 183      | .002  |
| গ. | -113   | 45       | 0.79  | ঘ. | 117    | 444      | 1.96  |

উদ্দীপক থেকে ২ ও ৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও

একদল শিক্ষার্থী মরিচার অনুসন্ধান করছিল। তারা বাম থেকে ডানদিকে যে চারটি টেস্টটিউবে চারটি গোহার পেন্সেল রাখল এবং নিচের চিত্রানুযায়ী ব্যবস্থা নিল।



২. কোন টেস্টটিউবটিতে সবচেয়ে বেশি মরিচা ধরবে?

- ক. প্রথম  
খ. দ্বিতীয়  
গ. তৃতীয়  
ঘ. চতুর্থ

৩. পরীক্ষাটির ভিত্তিতে যে সিদ্ধান্ত সমূহ গ্রহণ করা যায়-

- i. মরিচা ধরার জন্য অক্সিজেন আবশ্যিক  
ii. লবণ প্রভাবক হিসেবে কাজ করছে  
iii. কেবল অক্সিজেন উপস্থিতি থাকলেই মরিচা ধরে না

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii  
খ. ii ও iii  
গ. i ও iii  
ঘ. i, ii ও iii

৪. গিনি সোনার কোন নমুনাটি সর্বোচ্চ দূরত্ব?

- ক. 18 ক্যারেট  
খ. 21 ক্যারেট  
গ. 22 ক্যারেট  
ঘ. 24 ক্যারেট



৫. লব্ধকরনা পানিতে ফেঁটায় ফেঁটায় সাপফিউরিক এসিড যোগ করার কারণ সাপফিউরিক এসিড—

- এর হাইড্রেশন তুল্য অত্যধিক
- একটি দ্বিফলকীয় এসিড
- ক্ষয়কারক পদার্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
- খ. i ও ii
- গ. ii ও iii
- ঘ. i, ii ও iii

৬.  $\text{SO}_3$  কে 98% সাপফিউরিক এসিডে শোষণ করে পানি যোগে প্রয়োজনমত লব্ধ করা হয়, কারণ সাপফিউরিক এসিড—

- অসীমবাপের সাথে ঘন কুয়াশা সৃষ্টি করে
- পানি যোগে প্রচুর তাপ নির্গত করে
- একটি নিষ্কলক পদার্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
- খ. i ও ii
- গ. ii ও iii
- ঘ. i, ii ও iii

### সূজনমীল প্রশ্ন:

১. ক্যাগামাইনের তপজরনা উৎপন্ন  $\text{ZnO}$  কে চিত্রের ন্যায় রিটর্টে নিয়ে ত্বিক ধাতু আহরণ করা হয়। উৎপন্ন ধাতুকে ভড়িত্বিশ্রেণের সাহায্যে আয়ো বিশুদ্ধ করা হয়।



ক. ক্যাগামাইনের রাসায়নিক সংকেত লিখ।

খ. তপজরনার বাষ্প দাও।

গ. রিটর্টে সংঘটিত মূল বিক্রিয়াটি বাখ্য কর।

ঘ. উদ্ভাসকের ধাতু কেবল ভড়িত্বিশ্রেণ প্রক্রিয়ায় নিষ্কাশন না করে তিন ধাপে করার করা মূল্যায়ন কর।

২. একটি খনিতে বজ্রাইট ও ক্যালামাইন মিশ্রিত কিছু খনিজের অস্তিত্ব পাওয়া গেল। ড. টমাসের নেতৃত্বে একদল রসায়নবিদ উক্ত খনিজ থেকে দু'টি তিন পদার্থে ধাতু দু'টি নিকালন করলেন।
  - ক. খনিজ কাকে বলে?
  - খ. “সবল খনিজই আকরিক নয়” ব্যাখ্যা কর।
  - গ. দ্বিতীয় আকরিকটির বিয়োজনে প্রাপ্ত অক্সাইডের প্রস্তুতি ব্যাখ্যা কর।
  - ঘ. তিন পদার্থে ধাতু দু'টি নিকালনের কারণ যুক্তিসহ লিখ।

## একাদশ অধ্যায় খনিজ সম্পদ- জীবাশ্ম

বাংলাদেশ পেট্রোলিয়াম কর্পোরেশন সম্পত্তি কৈলাশটিলা ও জৈন্তায় তেল ক্ষেত্র আবিষ্কারের ঘোষণা দিয়েছে। ইতোপূর্বে হরিপুরে তেল আবিষ্কারের ঘোষণা নিলেও অব্যত তা ছিল একটি গ্যাস ক্ষেত্র। সেখানে গ্যাসের সাথে কিছু তেল পাওয়া যায়। বাংলাদেশের পূর্বদিকে প্রাকৃতিক গ্যাস এবং উত্তরদিকে কয়লার উদ্ভেদযোগ্য পরিমাণ মনোজ্ঞ আছে। মৃত জীৱিন ও প্রায়ী 200 মিলিয়ন বা তারচেয়ে বেশী বছর মাটির নিচে থেকে উচ্চ তাপ ও চাপে কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস বা অনিচ্ছ ভেঙ্গে পরিনত হয় বলে এগুলোকে জীৱাশ্ম জ্বালানি কয় হয়। জীৱাশ্ম জ্বালানি বিদ্যুৎ, রাসায়নিক সার, পের্ট্রোকেমিক্যাল শিল্পে এক জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পরিমাণগত সীমাবদ্ধতা এবং এর উপর দেশের সকল নাগরিকের অধিকার বিবেচনায় এই প্রাকৃতিক সম্পদের সঠিক ব্যবহার নিশ্চিত করা প্রয়োজন।



### এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- (১) জীৱাশ্ম জ্বালানির ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (২) পেট্রোলিয়ামকে জৈব বৌতের মিশ্র হিসেবে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৩) পেট্রোলিয়ামের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৪) হাইড্রোকার্বনের ধারণা ও শ্রেণিবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৫) সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের পদ্ধতি বিক্রিয়া ও ধর্ম ব্যাখ্যা এবং এদের মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।
- (৬) প্রাচীনকালীন ও তত্ত্ব ভিত্তির রাসায়নিক বিক্রিয়া এবং এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- (৭) পরিবেশের ওপর প্রাচীনকালীন জলবায়ুরের কৃষ্ণ উদ্ভেদ করতে পারব।
- (৮) প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম এবং কয়লা ব্যবহারের সুবিধা-অসুবিধা ও ব্যবহারের কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (৯) হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের পদ্ধতি বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১০) অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- (১১) পরিবেশের উপর প্রাচীনকালীন জলবায়ুরের সম্পর্কিত অনুশীলনমূলক কাজ করতে পারব।
- (১২) পরিষ্কার মাধ্যমে জৈব ও অজৈব বৌতের মধ্যে পার্থক্য করে দেখাতে পারব।
- (১৩) জীৱাশ্ম জ্বালানির সঠিক ব্যবহার সম্পর্কে সচেতনতা প্রদর্শন করব।

### ১১.১ জীবাশ্ম জ্বালানি

কয়লা, তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাস জীবাশ্ম জ্বালানির উদাহরণ। প্রাতিহাসিক কালে উদ্ভিদ ও জলাজন্মির পানী প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে ক্রীড়া মাটির নিচে চাপা পড়ে। এ ক্রীড়া মাটির ভর মূল উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহের, বায়ুর উপস্থিতিজনিত ক্ষয় ঘোষ করে।

জু-প্রকৃতি ও জলবায়ুর পরিবর্তনে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহ

জলাজন্ম ও কল্লভূমির মধ্যে ছিদ্রবিহীন শিলখণ্ডের দুটি ভূ স্তরের

মাঝে আটকা পড়ে। উচ্চ তাপ ও চাপে বায়ুর অনুপস্থিতিতে

উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহ হাজার হাজার বছরে পরিবর্তিত হয়ে জীবাশ্ম

জ্বালানিতে পরিণত হয়। উদ্ভিদসেহ মাটির নিচে পরিবর্তিত হয়ে

কয়লায় রূপান্তরিত হয়। অপরদিকে জলাজন্মির ক্ষুদ্র প্রাণিসত্তা

একই প্রক্রিয়ায় তেল বা পেট্রোলিয়ামে পরিণত হয়। পরিবর্তন

প্রক্রিয়া অব্যাহত থাকলে তেল বা পেট্রোলিয়ামের উপরে গ্যাসীয়

উপাদান জমা হয় যা প্রাকৃতিক গ্যাস নামে পরিচিত।



চিত্র ১১.১ : জু-গঠে জীবাশ্ম জ্বালানি

কয়লা : সৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত জ্বালানির একটি আধুনিক উদাহরণ। এগুলোকে জ্বালানি বলা হয় কেন? ব্যবহৃত জ্বালানিগুলোর মধ্যে কোন্‌গুলো জীবাশ্ম জ্বালানি নয়?

প্রায় সকল জ্বালানির মূল উপাদান কার্বন ও কার্বন যৌগ। কয়লা, পেট্রোলিয়াম

এবং প্রাকৃতিক গ্যাসকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। কয়লা কার্বনের

একটি রূপ। পেট্রোলিয়াম মূলত হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ, এতে হাইড্রোকার্বন ছাড়া

কিছু জৈব যৌগ থাকে। হাইড্রোকার্বন হলো কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ।

প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান মিথেন (80%)। এছাড়াও প্রাকৃতিক গ্যাসে

থাকে ইথেন (7%), প্রোপেন (6%), বিউটেন ও আইসো বিউটেন (4%), পেনটেন (3%) কিন্তু বাংলাদেশে এ পর্যন্ত

পাওয়া প্রাকৃতিক গ্যাসের 99.99% মিথেন। এ সকল জ্বালানিকে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে বা দহন করলে

অপেক্ষিত পান্ডা যায়।



জ্বালানি ও অক্সিজেনের দহনে উৎপাদ ও শক্তি পাওয়া যায়। এ শক্তিকে বিভিন্ন কাজে যেমন: বিদ্যুৎ উৎপাদনে, মাটির ইঞ্জিন চালাতে, বিমান চালাতে, রান্নার কাজে, নিম্নে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করতে ব্যবহার করা হয়।

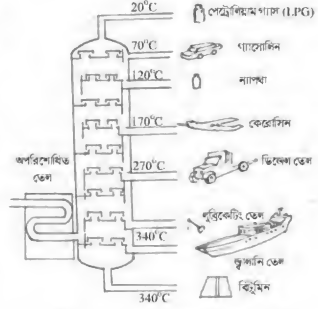
| জ্বালানি        | কার্ব          | ভৌত অবস্থা | প্রধান উপাদান          |
|-----------------|----------------|------------|------------------------|
| কয়লা           | কার্বো         | কঠিন       | কার্বন                 |
| পেট্রোলিয়াম    | কার্বো-হাইড্রো | ঘন তরল     | হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ |
| প্রাকৃতিক গ্যাস | কার্বন         | গ্যাস      | মিথেন                  |

ছক ১১.১: জীবাশ্ম জ্বালানির কার্ব, ভৌত অবস্থা ও প্রধান উপাদান।

খনি থেকে আহরিত কয়লাকে (Coal) তাপ নিলে বিভিন্ন উদাহরণ যৌগ গ্যাস হিসেবে নির্গত হয়। গ্যাস নির্গত হওয়ার পর পাণ্ডা অবশেষে কক (Coke) বলে।

### ১১.২ পেট্রোলিয়ামের উপাদানসমূহ

অপরিশোধিত তেল (Crude Oil) বা পেট্রোলিয়াম (তরল সোনা) মূলত হাইড্রোকার্বন ও অন্যান্য কিছু জৈব যৌগের মিশ্রণ। অপরিশোধিত তেলকে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য এর বিভিন্ন অংশকে আংশিক পাতন পদ্ধতিতে পৃথক করা হয়। এ প্রক্রিয়াকে পরিশোধন (Refining) বলে। বাংলাদেশে চট্টগ্রামে ইস্টার্ন রিফাইনারিতে তেল পরিশোধন করা হয়। পেট্রোলিয়ামে বিদ্যমান বিভিন্ন উপাদানের স্ফুটনাংক তিনু তিনু হয়। স্ফুটনাংকের উপর ভিত্তি করে তেল পরিশোধনপাঠে পৃথকীকৃত বিভিন্ন অংশের নাম পরায়ক্রমে পেট্রোলিয়াম গ্যাস, পেট্রোল (গ্যাসোলিন), ন্যাপথা, কেরোসিন, ডিজেল তেল, নুত্রিকেলিং তেল ও বিটুমিন।



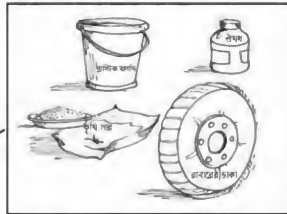
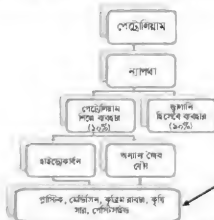
চিত্র ১১.২ : পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতন

### ১১.৩ পেট্রোলিয়ামের বিভিন্ন অংশের ব্যবহার

পেট্রোলিয়াম বা অপরিশোধিত তেলকে 400 °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে আংশিক পাতন কলামের নিম্নপ্রান্ত দিয়ে প্রবেশ করিয়ে কলামের বিভিন্ন তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পেট্রোলিয়ামের বিভিন্ন অংশ সংগ্রহ করা হয়। অংশ কলামের মধ্য 20 °C তাপমাত্রায় নিচে পেট্রোলিয়ামের বে অংশ গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে তার নাম পেট্রোলিয়াম গ্যাস। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 2 ভাগ পেট্রোলিয়াম গ্যাস থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে। থেকে 4 পর্বন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। শুরুরে এ গ্যাসকে বায়ুতে উন্মুক্ত করে দেওয়া হতো। বর্তমানে একে তরলীভূত ও সিলিন্ডারে ভর্তি করে LPG গ্যাসরূপে রান্নার কাজে এবং প্রয়োজনীয় তাপ উৎপাদনে ব্যবহার করা হয়।

অংশ কলামের 21-70 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে পেট্রোল (গ্যাসোলিন) বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 5 ভাগ পেট্রোল থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 5 থেকে 10 পর্বন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে পেট্রোল ইঞ্জিনের (গ্রাইডেট কার, মাইক্রোবাস) জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

অংশ কলামের 71-120 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে ন্যাপথা বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 10 ভাগ ন্যাপথা থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 7 থেকে 14 পর্বন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জ্বালানি ও পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগ ও ব্যবহার্য দ্রব্য প্রস্তু তিতে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ১১.৩ : ন্যাপথার ব্যবহারক্ষেত্র

অংশ কলামের 121-170 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে কেরোসিন বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 13 ভাগ কেরোসিন থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 11 থেকে 16 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জেট ইঞ্জিনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

171-270 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে ডিজেল তেল বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 20 ভাগ ডিজেল তেল থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 16 থেকে 20 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে ডিজেল বাস ইঞ্জিনের এবং জাহাজের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

271-340 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পেট্রোলিয়ামের দুই অংশ, লুব্রিকেটিং তেল ও জ্বালানি তেল পৃথক হয়। প্রথম পৃথকীকৃত অংশকে লুব্রিকেটিং তেল বলে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 20 থেকে 35 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে ইঞ্জিনের পিচ্ছলকারক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এই তাপমাত্রা অঞ্চলে পৃথকীকৃত পেট্রোলিয়ামের অপর অংশকে জ্বালানি তেল বলে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জাহাজের জ্বালানি এবং বাসা বাড়ির জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

340 °C তাপমাত্রায় পৃথক করার পর অবশিষ্ট অংশকে বিটুমিন বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 5(১) ভাগ লুব্রিকেটিং তেল ও বিটুমিন থাকে। বিটুমিন অংশের হাইড্রোকার্বনে কার্বন সংখ্যা 70 থেকে বেশি থাকে। পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত বিটুমিন অংশকে রাস্তা তৈরিতে ব্যবহার করা হয়।

পরীক্ষার এবং শিল্পকারখানায় যে সকল হাইড্রোকার্বন ব্যবহার করা হয় তার বেশির ভাগই এই পেট্রোলিয়াম থেকে বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত করা হয়।

### ১১.৪ হাইড্রোকার্বন

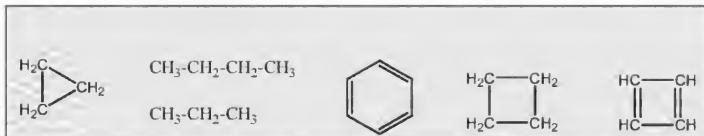
হাইড্রোকার্বনসমূহ শুধু কার্বন ও হাইড্রোজেনের সমন্বয়ে গঠিত। এতে কার্বন ও হাইড্রোজেন সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। হাইড্রোকার্বনসমূহকে সাধারণভাবে ( $C_xH_y$ ) হিসেবে লেখা হয়। যেমন; মিথেন ( $CH_4$ ), ইথেন ( $C_2H_6$ ), ইথিন ( $C_2H_4$ ), সাইক্লোহেক্সেন ( $C_6H_{12}$ ), বেনজিন ( $C_6H_6$ )।

### ১. হাইড্রোকার্বনের শ্রেণিবিভাগ

হাইড্রোকার্বনকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা: অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন।

কার্বন ও হাইড্রোজেনের সমন্বয়ে গঠিত মুক্ত শিকল, বন্ধ শিকল ও শাখাবৃত্ত শিকলবিশিষ্ট বৌগিক অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন বলে। এই বৌগিক কার্বন-কার্বন একক বন্ধন, দ্বি-বন্ধন এবং ত্রি-বন্ধন থাকে তবে অ্যারোমেটিক বৈশিষ্ট্য থাকে না। অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন দুই প্রকার। যথা- মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন ও বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন।

শিক্ষার্থীর কাজ : নিচের হাইড্রোকার্বনসমূহকে মুক্ত শিকল ও বন্ধ শিকল ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন হিসেবে পৃথক কর।



যে সকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কমপক্ষে দুটি প্রান্তীয় কার্বন পরমাণু থাকে (ব্যতিক্রম : মিথেন) তাদেরকে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বলে। যেমন, মিথেন ( $CH_4$ ), ইথেন ( $CH_3-CH_3$ ), ইথিন ( $CH_2=CH_2$ )।

শিক্ষার্থীর কাজ : উপরের উদাহরণের সাহায্য নিয়ে বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বনের সংজ্ঞা লিখ।

মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা : সম্ভূক্ত ও অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বন। সম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুসমূহ একক সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। এদেরকে অ্যালকেন (Alkane) বলা হয়। যেমন, সম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বন- ইথেন ( $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ ), প্রোপেন ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ), বিউটেন ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ) ইত্যাদি।

অপরদিকে অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়।

অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বনকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা- অ্যালকিন (Alkene) ও অ্যালকাইন (Alkyne)। দ্বিবন্ধন বিশিষ্ট অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং ত্রিবন্ধন বিশিষ্ট অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে।

অসম্ভূক্ত হাইড্রোকার্বন- ইথিন ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), প্রোপিন ( $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), ইথাইন ( $\text{CH}\equiv\text{CH}$ ), প্রোপাইন ( $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ )।

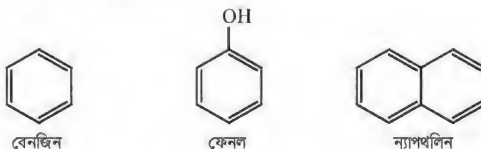
**শিক্ষার্থীর কাজ :** এই বইয়ের বিভিন্ন অধ্যায়ের বোঁগ নিয়ে অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের তালিকা তৈরি কর।

বন্ধ শিকল অ্যাসিটিক হাইড্রোকার্বনকে অ্যালিসাইক্লিক বোঁগ বলে। বন্ধ শিকল বিশিষ্ট অ্যালিসাইক্লিক হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক একক বন্ধন ও দ্বিবন্ধন থাকতে পারে। এদেরকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা- সম্ভূক্ত অ্যালিসাইক্লিক ও অসম্ভূক্ত অ্যালিসাইক্লিক হাইড্রোকার্বন।

**শিক্ষার্থীর কাজ :** নিচের বোঁগসমূহকে সম্ভূক্ত ও অসম্ভূক্ত অ্যালিসাইক্লিক বোঁগে পৃথক কর।



অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন: তোমরা আলমারিতে কাপরের পোকা তাড়াতে ন্যাপথলিন এবং সাপ তাড়াতে ফেনল (কার্বলিক এসিড) ব্যবহার কর যা অ্যারোমেটিক বোঁগ। যেমন:



কয়েকটি বিশেষ বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন বোঁগকে অ্যারোমেটিক বোঁগ বলে।

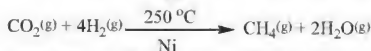
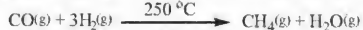
অ্যারোমেটিক বোঁগসমূহ সাধারণত ৫, ৬ বা ৭ সদস্যের সমতলীয় চক্রিয় বোঁগ। এতে একান্তর দ্বি-বন্ধন থাকে; অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে কার্বন-কার্বন একটি একক বন্ধন এবং একটি দ্বি-বন্ধন থাকে।

[অ্যারোমেটিক বোঁগের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে তোমরা পরবর্তী শ্রেণিতে বিস্তারিত জ্ঞানতে পারবে]

## ২. সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকেন; Alkane)

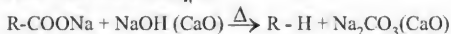
সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুসমূহ একক বন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। অ্যালকেনের সাধারণ সংকেত  $C_nH_{2n+2}$ ।  $n$  এর বিভিন্ন মানের জন্য বিভিন্ন কার্বন সংখ্যা বিশিষ্ট অ্যালকেন পাওয়া যায়। একে R-H দ্বারাও প্রকাশ করা হয়। এখানে,  $R = C_nH_{2n+1}$  এবং একে অ্যালকাইল মূলক বলে। মূল অ্যালকেনের ইংরেজি নামের 'ane' অংশের পরিবর্তে 'yl' যুক্ত করে অ্যালকাইল মূলকের নামকরণ করা হয়। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের ক্ষুদ্রতম সদস্য মিথেন ( $CH_4$ )। পেট্রোলিয়াম বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। পেট্রোলিয়াম থেকে অংশিক পাতন পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে পৃথক করা হয়। এ পদ্ধতি শিল্পক্ষেত্রে লাভজনক নয়।

প্রকৃত্তি : পেট্রোলিয়াম থেকে পৃথক করা ছাড়াও শিল্পক্ষেত্রে কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাইক্সাইড থেকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (মিথেন) প্রস্তুত করা হয়। কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও  $H_2$  অথবা কার্বন ডাইক্সাইড ( $CO_2$ ) ও  $H_2$  এর মিশ্রণকে 250 °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত নিকেল (Ni) প্রত্যবকের উপর দিয়ে প্রবাহিত করলে প্রচুর পরিমাণে মিথেন উৎপন্ন হয়।



পাইরোলাইসিস : বায়ুর অনুপস্থিতিতে উচ্চ তাপমাত্রায় পেট্রোলিয়ামকে বিয়োজিত করা।

এছাড়া পেট্রোলিয়ামের অংশিক পাতনে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রত্যাবকীয় ভাঙনের (Catalytic cracking) মাধ্যমে ক্ষুদ্র অ্যালকেন প্রস্তুত করা হয়। আমাদের দেশে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়ার পূর্বে পেট্রোলিয়ামের অংশ কেরোসিনকে উচ্চ তাপমাত্রায় পাইরোলাইসিস করে ল্যাবরেটরিতে ব্যবহার করা হতো। এছাড়া পরীক্ষাগারে ফ্যাটি এসিডের লবণ থেকে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। জৈব এসিড বা ফ্যাটি এসিডের সোডিয়াম লবণকে সোডালাইম সহযোগে উত্তপ্ত করলে অ্যালকেন উৎপন্ন হয়।



ভৌত ধর্ম : সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ভৌত অবস্থা যৌগে কার্বন সংখ্যার উপর নির্ভরশীল। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন সংখ্যার পরিবর্তনের কারণে এর ভৌত অবস্থা পরিবর্তিত হয়। এক থেকে চার কার্বন সংখ্যা বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। এদের স্ফুটনাংক কক্ষ তাপমাত্রার নিচে। পাঁচ থেকে পনের কার্বন সংখ্যা বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তরল অবস্থায় থাকে। এদের স্ফুটনাংক স্বাভাবিক কক্ষ তাপমাত্রার উপরে। পাঁচ কার্বন বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন পেট্রলের স্ফুটনাংক 36°C। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনে কার্বন সংখ্যা 16 বা তার বেশি হলে বৈশাঙ্গমূহ সাধারণত কঠিন প্রকৃতির হয়।

| যৌগ কার্বন সংখ্যা | অ্যালকেনের নাম | সংকেত                           | গলনাংক   | স্ফুটনাংক | ভৌত অবস্থা |
|-------------------|----------------|---------------------------------|----------|-----------|------------|
| 1                 | মিথেন          | $CH_4$                          | -182.5°C | -161.6°C  | গ্যাসীয়   |
| 2                 | ইথেন           | $CH_3-CH_3$                     | -183.3°C | -88.6°C   | গ্যাসীয়   |
| 3                 | প্রোপেন        | $CH_3-CH_2-CH_3$                | -189.7°C | -42°C     | গ্যাসীয়   |
| 4                 | বিউটেন         | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$           | -138.3°C | -1°C      | গ্যাসীয়   |
| 5                 | পেন্টেন        | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$      | -129.8°C | 36°C      | তরল        |
| 6                 | হেক্সেন        | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ | -95.3°C  | 69°C      | তরল        |
| 16                | হেক্সাডেকেন    | $C_{16}H_{34}$                  | 18°C     | 135°C     | কঠিন       |
| 20                | আইকোসেন        | $C_{20}H_{42}$                  | 37°C     | 343°C     | কঠিন       |

ছক ১১.২: বিভিন্ন অ্যালকেনের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ভৌত অবস্থা

উপরে টেবিলে কয়েকটি মূল অ্যালকেনের নাম দেওয়া হয়েছে। অ্যালকেনের কার্বনের সাথে কোনো প্রতিস্থাপক যুক্ত থাকলে যৌগের নামকরণের সম্মত শিকলে প্রতিস্থাপকের অবস্থান সংখ্যা নম্বরসহ লিখতে হয়। নোমেন-  $CH_3-CH-CH_3$  (২-মিথাইল প্রোপেন)

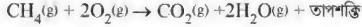
শিক্ষার্থীর কাজ:  $C_7H_{16}$ ,  $C_8H_{18}$ ,  $C_9H_{20}$  যৌগগুলোর কার্বনসহ সম্ভাব্য গলনাংক ও স্ফুটনাংক লিখ।



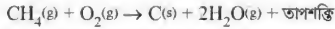
### রাসায়নিক ধর্ম

অ্যালকেনসমূহ কার্বন-কার্বন ও কার্বন-হাইড্রোজেন শক্তিশালী একক সমবোজী বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত। তাই এই যৌগসমূহ সাধারণত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এজন্য এদেরকে প্যারাকিন বলা হয়। প্যারাকিন অর্থ অসক্রিয়। এরা এসিড, ক্ষার, ধাতু ও চরারকের সাথে বিক্রিয়া করে না। এমনকি অকটেন ( $C_8H_{18}$ ) গাড়ি সালফিউরিক এসিড, সোডিয়াম ধাতু ও পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। তবে অ্যালকেনসমূহ দহন, হ্যালাজেন প্রতিস্থাপন ও তাপীয় বিবোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

দহন : অ্যালকেনসমূহ কার্বন ও হাইড্রোজেনের সমন্বয়ে গঠিত। কার্বন ও হাইড্রোজেন উভয়ই দাহ্য পদার্থ। তবে কার্বনের তুলনায় হাইড্রোজেন অধিকতর দাহ্য। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন অতিরিক্ত অক্সিজেন বা বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে  $CO_2$  ও  $H_2O$  উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পর্যাপ্ত পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়, তাই অ্যালকেনসমূহকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

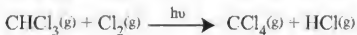
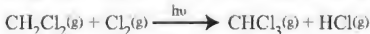
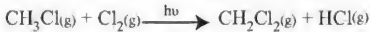


বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের সরবরাহ পর্যাপ্ত না হলে অ্যালকেনের অপূর্ণ দহন হয়। অপূর্ণ দহনে  $CO_{2(g)}$  এর পরিবর্তে অতি বিসাক্ত কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস CO ও কার্বন C উৎপন্ন হয়।



বাড়ির কাছ : অ্যালকেনের অপূর্ণ দহন স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও জাতীয় অর্থনীতির ক্ষতিসাধন করে— মতামত দাও

হ্যালাজেন প্রতিস্থাপন: হ্যালাজেন প্রতিস্থাপন অণুগতের একটি বৈশিষ্টপূর্ণ বিক্রিয়া। মিথেন মৃদু সূর্যালোকের (Ultraviolet; UV) উপস্থিতিতে ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে মিথাইলক্লোরাইড ( $CH_3Cl$ ) ডাইক্লোরোমিথেন ( $CH_2Cl_2$ ) ট্রাইক্লোরোমিথেন ( $CHCl_3$ ) ও টেট্রাক্লোরোমিথেন ( $CCl_4$ ) এর মিশ্রণ উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার প্রতি ধাপে মিথেনের একটি করে হাইড্রোজেন পরমাণু ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এটি একটি শিকল বিক্রিয়া এবং একে সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না।

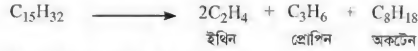


অ্যালকেনের ক্লোরিন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পের জন্য তাৎপর্যপূর্ণ। এই বিক্রিয়ার উৎপাদ মিথাইল ক্লোরাইড ( $CH_3Cl$ ) শিল্পক্ষেত্রে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য (অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, ছৈব এসিড প্রভৃতি) প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। ডাইক্লোরোমিথেনকে ( $CH_2Cl_2$ ) রং শিল্পে দ্রাবক হিসেবে, ট্রাইক্লোরোমিথেন ( $CHCl_3$ )

বা ক্লোরফ্লরমকে চেতনানশক হিসেবে এবং টেট্রাক্লোরোমিথেনকে ( $\text{CCl}_4$ ) ডাইওয়াশ করতে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হতো। ফ্লোরিনযুক্ত হাইড্রোকার্বন বিযাক্ত এবং বিযাক্ততার পরিমাণ নির্ভর করে যৌগে ফ্লোরিন সংখ্যার উপর। টেট্রাক্লোরোমিথেন খিঁজ ও ময়লাকে সহজে দূরীভূত করতে পারে।

### ভাঙন বা বিয়োজন (Cracking)

বড় হাইড্রোকার্বন অণুকে ভেঙে অধিক ব্যবহার উপযোগী তুলনামূলক ক্ষুদ্র অণুতে পরিণত করাকে ভাঙন বলে। ভাঙন দুইভাবে সম্পন্ন করা হয়। প্রভাবকবিহীন উচ্চ তাপ ও চাপে সম্পন্ন ভাঙনকে তাপীয় ভাঙন বলে। প্রভাবকসহ নিম্ন তাপ ও চাপে সম্পন্ন ভাঙনকে প্রভাবকীয় ভাঙন বলে। ভাঙন প্রক্রিয়ায় কোনো একক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় না। বিক্রিয়ায় কিছু যি-বন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বনসহ, হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ার একটি সম্ভাব্য বিক্রিয়া—



সাধারণভাবে ভাঙন বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে উপস্থাপন করা যায়;

দীর্ঘ শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেন  $\longrightarrow$  ক্ষুদ্র শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেনের মিশ্রণ + ক্ষুদ্র শিকল বিশিষ্ট অ্যালকিনের মিশ্রণ

তাপীয় ভাঙন বা বিয়োজন: দীর্ঘ শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেনকে উচ্চ চাপ (70 বায়ুচাপ) ও তাপমাত্রায় (প্রায়  $750^\circ\text{C}$ ) উত্তপ্ত করলে কার্বন শিকলের বন্ধন ভেঙে ক্ষুদ্র শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেন ও অ্যালকিনের মিশ্রণ পাওয়া যায়।

প্রভাবকীয় ভাঙন: ভাঙন বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করার জন্য প্রভাবক ব্যবহার করা হলে একে প্রভাবকীয় বিয়োজন বলে। প্রভাবক হিসেবে সাধারণত জিওলাইটস (Zeolites), অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) বা সিলিকন ডাইঅক্সাইড ( $\text{SiO}_2$ ) ব্যবহার করা হয়। জিওলাইটস হলো স্বাভাবিক আধান বিশিষ্ট অ্যালুমিনোসিলিকেট (জটিল যৌগ)। ইহা অ্যালুমিনিয়াম, সিলিকন ও অক্সিজেন পরমাণুবিশিষ্ট বৃহৎ ল্যাটিস। প্রভাবকের উপস্থিতিতে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় ( $500^\circ\text{C}$ ) ও চাপে উচ্চতর অ্যালকেনকে ভেঙে ক্ষুদ্রতর অ্যালকেন ( $\text{C}_5\sim\text{C}_{10}$ ) তৈরি করা যায়। এই বিক্রিয়ার শাখাযুক্ত অ্যালকেন এক অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন (বেনজিন) উৎপন্ন হয়। প্রভাবকের উপস্থিতিতে এই বিক্রিয়ার অ্যালকিন হিসেবে প্রধানত ইথিন গ্যাস পাওয়া যায়। বৃহৎ শিকল যুক্ত অ্যালকেনের তুলনায় ক্ষুদ্র শিকলযুক্ত অ্যালকেন উত্তম জ্বালানি। তাই ভাঙন বা বিয়োজন, পেট্রোলিয়াম শিল্পে একটি তাৎপর্যপূর্ণ বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে ডিজেল জ্বালানিকে পেট্রোল জ্বালানিতে পরিণত করা ছাড়াও অ্যালকিন ও হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে অ্যালকিন থেকে অ্যালকোহলসহ বিভিন্ন জৈব যৌগ ও প্লাস্টিক তৈরি করা হয়।



অ্যালকেনের অন্যান্য ব্যবহার: অ্যালকেনকে বিভিন্ন ইঞ্জিনের জ্বালানি, বিদ্যুৎ উৎপাদনে, গিছিলকরক তেল হিসেবে এবং রাসায়নিক শিল্পে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও বৃহৎ শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেনকে মোম (Wax) তৈরির জন্য ও রাস্তা ১ পাকা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। অ্যালকেন থেকে প্রস্তুত তরল মোম এক কঠিন মোম নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশ্রিত করলে পেস্ট এর ন্যায় পদার্থ পাওয়া যায়, যা বিভিন্ন রকম মাশিন যেমন: ভিকস্ (vicks) তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

### ৩. অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকিন ও অ্যালকাইন)

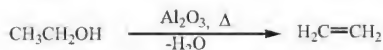
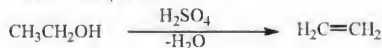
অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে অস্ফত একটি যি-বন্ধন অথবা ত্রি-বন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট বোদ্ধাতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। যি-বন্ধন যুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং ত্রি-বন্ধন যুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে।

ক. অ্যালকিন (Alkene): অ্যালকিনের কার্বন শিকলে অস্ফত দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে যি-বন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট বোদ্ধাতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত  $C_nH_{2n}$ । মূল অ্যালকেনের ইংরেজি নামের 'ane' অংশের পরিবর্তে 'ene' যুক্ত করে অ্যালকিনের নামকরণ করা হয়। অ্যালকিন শ্রেণির ক্ষুদ্রতম ও সরল সদস্য ইথিন বা ইথিলিন ( $CH_2=CH_2$ )। কার্বন-কার্বন যি-বন্ধনকে অ্যালকিনের কার্যকরী মূলক বলে। অ্যালকিনের রাসায়নিক ধর্ম এই মূলকের উপর নির্ভর করে।

অ্যালকিন প্রস্তুতি: অ্যালকিন শ্রেণির সামান্য বৌধ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহৃত অধিকাংশ অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রভাবকীয় বিয়োজনের মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়। পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত কেরোসিনের উপাদান ডোডেকেন ( $C_{12}H_{26}$ ) কে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও কোমিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে  $500^\circ C$  তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ক্ষুদ্র শিকল যুক্ত অ্যালকেন ও ইথিন উৎপন্ন হয়।



ইথানকে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বা সালফিউরিক এসিড দ্বারা নিরুদিত করলে পানি অপসারিত হয়ে ইথিলিন বা ইথিন উৎপন্ন করে।



অ্যালকিনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম: অ্যালকেনের ন্যায় অ্যালকিনসমূহ দাহ্য এবং গাঢ়, তরল ও কঠিন অবস্থায় থাকে। অ্যালকিনের তাপপর্বপূর্ণ রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের কারণে এদেরকে পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহার করা হয়। অ্যালকিন অণুতে কার্বন-কার্বন যি-বন্ধন থাকায় এরা রাসায়নিকভাবে অত্যন্ত সক্রিয়। কারণ যি-বন্ধনের একটি বন্ধন স্ফীতশীল হলেও অপর বন্ধনটি তুলনামূলক দুর্বল। দহন, সংযোজন এবং পলিমারকরণ অ্যালকিনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া।

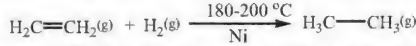
দহন: অ্যালকিন অতিরিক্ত অক্সিজেন বা বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে  $CO_2$  ও  $H_2O$  উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পর্যাপ্ত পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। অ্যালকিন কম দাহ্য, কারণ অ্যালকিনে হাইড্রোজেনের শতকরা পরিমাণ অ্যালকেনের তুলনায় কম।



অ্যালকিনের সংযোজন: অ্যালকিন অণুতে যি-বন্ধন থাকায় ইহা সহজে সংযোজন বা যুত বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। এই বিক্রিয়ায় অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন যি-বন্ধন তেজে একক বন্ধনে পরিণত হয়।

১. হাইড্রোজেন সংযোজন: দাতব্য প্রভাবকের (Ni) উপস্থিতিতে  $180-200^\circ C$  তাপমাত্রায় অ্যালকিন হাইড্রোজেনের

সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকেন উৎপন্ন করে। একে প্রতাবকীয় হাইড্রোজেনেশন (Catalytic hydrogenation) বলে।

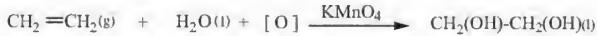


তরল উচ্ছিক্ত তেলকে (যাতে কার্বন-কার্বন একাধিক-বন্ধন থাকে) এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত করে মার্গারিনে (Margarine) পরিণত করা হয়। মার্গারিন মাখন তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

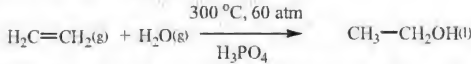
২. ব্রোমিন সংযোজন: অ্যালকিন কমলা-লাল বর্ণের ব্রোমিন গ্যাস বা ব্রোমিন পানির সাথে বিক্রিয়ায় ১,২-ডাইব্রোমোঅ্যালকেন উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার ফলে ব্রোমিনের বর্ণ বিনষ্ট হয়। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে শনাক্ত করা হয়।



৩. অ্যালকিনের জারণ: অ্যালকিন যেমন, ইথিনকে লঘু জলীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করলে ইথিলিন গ্লাইকল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় লঘু জলীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বা বেগুনি বর্ণ বিনষ্ট হয়। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে শনাক্ত করা যায়।



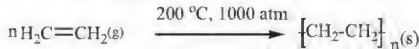
৪. পানি সংযোজন: উচ্চ তাপ (300 °C), উচ্চ চাপ (60 বায়ুচাপ) ও ফসফরিক এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিন পানি বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।



কোনো কোনো দেশে যেমন, ব্রাজিলে অ্যালকোহলকে পরিবেশবান্ধব জ্বালানি হিসেবে এবং সর্বত্র দেশে পেট্রোলিয়াম শিল্পে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তাই এই বিক্রিয়া অত্যন্ত তাৎপর্যপূর্ণ। শিল্পক্ষেত্রে এই বিক্রিয়া লাভজনক নয় বলে শিল্পে এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয় না।

#### পলিমারকরণ

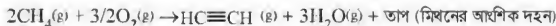
উচ্চ তাপ (200 °C) ও উচ্চ চাপে (1000 বায়ুচাপ) অসংখ্য অ্যালকিন অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আকৃতির অণু গঠন করে। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বৃহৎ অণুকে পলিমার এবং বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। যে অসংখ্য বিক্রিয়ক অণু যুক্ত হয়, তাদের প্রত্যেকটি অণুকে মনোমার বলে। সর্বত্র প্রাস্টিক দ্রব্য ও কৃত্রিম তন্ত এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি করা হয়। ইথিলিন অণু থেকে প্রাপ্ত পলিমারকে পলিথিন বলে।



খ. অ্যালকাইন (Alkyne): অ্যালকাইনের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে ত্রি-বন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট বোম্বাড়া হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। অ্যালকাইনকে সাধারণত  $\text{CnH}_{2n-2}$ । মূল অ্যালকেনের ইংরেজি নামের 'ane' অংশের পরিবর্তে 'yne' বস্তু করে অ্যালকাইনের নামকরণ করা হয়। অ্যালকাইন শ্রেণির ক্ষুদ্রতম ও সরল সদৃশ ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন ( $\text{CH} \equiv \text{CH}$ )। কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধনকে অ্যালকাইনো-কার্বনীয় মূলক বলে। অ্যালকাইনের রাসায়নিক ধর্ম এই মূলকে উপর নির্ভর করে।

অ্যালকাইন প্রকৃতি: প্রাকৃতিক গ্যাস বা মিথেনকে 1500 °C তাপমাত্রায় বায়ুর উপস্থিতিতে দহন করলে ইথাইন উৎপন্ন হয়। মিথেনের অংশিক দহন থেকে এই বিক্রিয়ার প্রয়োজনীয় তাপ পাওয়া যায়। বিক্রিয়ার সময় মিথেন অণুতে বন্ধন

ভাঙা-গড়ার মাধ্যমে ইথাইন উৎপন্ন হয়।

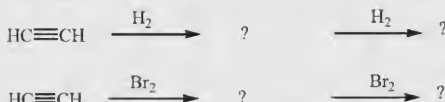


শিল্পক্ষেত্রে ক্যালসিয়াম কার্বাইড থেকে ইথাইন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। ক্যালসিয়াম কার্বাইডে ফেঁটায় ফেঁটায় পানি যোগ করলে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



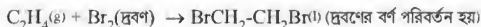
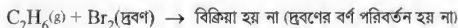
অ্যালকাইনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম : অ্যালকেন ও অ্যালকিনের ন্যায় অ্যালকাইনসমূহ গ্যাসীয়, তরল ও কঠিন অবস্থায় থাকে। দুই থেকে চার কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকাইন গ্যাসীয়, পাঁচ থেকে এগার কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকাইন তরল এবং উচ্চতর অ্যালকাইন কঠিন অবস্থায় থাকে। অ্যালকাইন শ্রেণির যৌগও রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি অত্যন্ত সক্রিয়, তবে অ্যালকিনের তুলনায় সক্রিয়তা কিছুটা কম। অ্যালকাইনসমূহ হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। অ্যালকিন হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় এক অণু (হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের) যুক্ত হয়ে কার্বন-কার্বন একক বন্ধন বিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন করে। অপরদিকে অ্যালকাইন হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় প্রথমে এক অণু যুক্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনবিশিষ্ট যৌগ এবং পরবর্তীতে অন্য এক অণু (হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের) যুক্ত হয়ে একক বন্ধনবিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন করে।

কাজ : নিচের বিক্রিয়াগুলোর প্রশ্নবোধক স্থান পূর্ণ কর।



অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা (ব্রোমিন পানি পরীক্ষা):

ব্রোমিনকে জৈব দ্রাবকে বা পানিতে দ্রবীভূত করে লাল/বাদামি বর্ণের দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের মধ্যে পৃথকভাবে কয়েক ফেঁটা ব্রোমিন দ্রবণ যোগ করে বাঁকাতে হয়। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন লাল/বাদামি বর্ণের ব্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না এবং দ্রবণের লাল/বাদামি বর্ণের কোনো পরিবর্তন হয় না। অপরদিকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকিন বা অ্যালকাইন) লাল/বাদামি বর্ণের ব্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনে অথবা ত্রি-বন্ধনে ব্রোমিন অণু যুক্ত হয়। ফলে ব্রোমিন দ্রবণের লাল/বাদামি বর্ণ বিনষ্ট হয়। বিক্রিয়ায় ব্রোমিন দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করে সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের মধ্যে পার্থক্য করা হয়।



একইভাবে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের দ্রবণ ব্যবহার করে অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা করা যায়।

১১.৫ পলিমার: প্রকৃতিতে আমরা দৈনন্দিন কালে যে সকল দ্রব্যাদি ব্যবহার করি তার বেশির ভাগই পলিমার। দুই ধরনের পলিমার আছে। প্রাকৃতিক পলিমার ও কৃত্রিম পলিমার। প্রাকৃতিক পলিমারের মধ্যে তুলা, রাবার, স্টার্চ (শাক), প্রোটিন এবং কৃত্রিম পলিমারের মধ্যে প্রাস্টিক দ্রব্য, তোমার হাতের কলম, পলিএস্টার কাপড় ইত্যাদি।

#### ক. পলিমারকরণ বিক্রিয়া

একই পদার্থের অসংখ্য অণু বা একাধিক পদার্থের অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণু গঠন করার প্রক্রিয়াকে পলিমারকরণ বলে। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বৃহৎ অণুকে পলিমার এবং বিক্রিয়ক অসংখ্য ক্ষুদ্র অণুর প্রত্যেকটিকে মনোমার বলে।

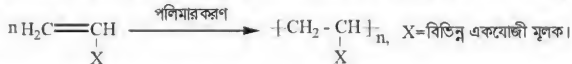


পলিমার যেখানে মনোমার = A



পলিমার যেখানে মনোমার = A-B

একই বিক্রিয়কের অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করার প্রক্রিয়াকে যুত পলিমারকরণ (Addition Polymerisation) বলে। যুত পলিমারকরণে সাধারণত দ্বি-বন্ধন বিশিষ্ট অ্যালকিন অণু মনোমার হিসেবে বিক্রিয়া করে। যুত পলিমারকরণে অসংখ্য মনোমার অণু যুক্ত হওয়ার সময় কোনো প্রকার ক্ষুদ্র অণু অপসারিত হয় না।



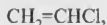
সকল প্রাস্টিক দ্রব্য পলিমার। রসায়নবিদগণ পলিমার যৌগের কিছু বিশেষ বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করার জন্য প্রাস্টিক শব্দটি ব্যবহার করেন। অসংখ্য ছোট অণু একত্রে যুক্ত হয়ে পলিমার গঠিত হয়। এই ছোট অণুকে মনোমার বলা হয়।

রাসায়নিক পদার্থ বিশেষত দ্বি-বন্ধন বিশিষ্ট অ্যালকিন, অ্যালডিহাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন, জৈব এসিডের পলিমারকরণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রাস্টিক প্রস্তুত করা হয়। প্রাস্টিক ও তন্তু তৈরির জন্য এ সকল উপাদান পেট্রোলিয়াম থেকে পৃথক করা হয় অথবা পেট্রোলিয়াম উপাদান থেকে প্রস্তুত করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ: মনোমারের সংকেত থেকে যুত পলিমারের সংকেত লিখ।



প্রোপিন



ভিনাইলক্লোরাইড



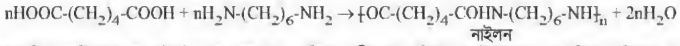
টेट্রাফ্লোরাইড

পলিমার প্রস্তুতির প্রথম দিকে 200 °C তাপমাত্রায়, 1000 বায়ুচাপে সামান্য অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ইথিলিনের পলিমার পলিথিন প্রস্তুত করা হয়। এই পলিথিনে অধিক পরিমাণে শাখাযুক্ত দীর্ঘ কার্বন শিকল থাকে, এতে পলিমারের ঘনত্ব ও গলনাত্মক কম এবং কোমল প্রকৃতির হয়। এই পলিথিনকে নিম্ন ঘনত্বের পলিথিন (LDPE; Low Density Poly Ethene) বলে।

জার্মান রসায়নবিদ কার্ল জিগলার (Karl Ziegler) গ্রন্থাবকের উপস্থিতিতে অনেক কম তাপ ও চাপে (60 °C, এক বায়ুচাপে) ইথিলিনের পলিমার পলিথিন প্রস্তুত করেন। এই পলিথিনে শাখার সংখ্যা কম থাকে, এতে পলিমারের ঘনত্ব, গলনাত্মক তুলনামূলকভাবে বেশি হয়। সামান্য শাখা যুক্ত থাকায় পলিথিনের দৃঢ়তা বৃদ্ধি পায়।

একে উচ্চ ঘনত্বের পলিথিন (HDPE; High Density Poly Ethene) বলে।

একাধিক বিক্রিয়কের অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করার প্রক্রিয়াকে ঘনীভবন পলিমারকরণ (Condensation Polymerisation) বলে। ঘনীভবন পলিমারকরণে সাধারণত অ্যালডিহাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন ও ছেইব এসিডের অণু মনোমার হিসেবে বিক্রিয়া করে। ঘনীভবন পলিমারকরণে অসংখ্য মনোমার অণু যুক্ত হওয়ার সময় পানি ( $H_2O$ ), কার্বন ডাইঅক্সাইডের ( $CO_2$ ) ন্যায় ক্ষুদ্র অণু অপসারিত হয়। কোনো বিক্রিয়কে দুই প্রান্তে দুই ধরনের কার্যকরীমূলক থাকলে ঐ বিক্রিয়কের একাধিক অণু যুক্ত হয়ে এ পলিমারকরণ ঘটে। বহুল ব্যবহৃত ঘনীভবন পলিমারের নাম নাইলন। উচ্চ তাপ, উচ্চ চাপে প্রভাবকের উপস্থিতিতে অসংখ্য ডাইকার্বক্সিলিক এসিড এবং ডাইঅ্যামিন অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে নাইলন উৎপন্ন করে।



প্রাকৃতিক পলিমারসমূহ স্টার্চ, সেলুলোজ ও প্রোটিন। ঘনীভবন পলিমারের উদাহরণ। প্রাকৃতিক পলিমার যেমন, সেলুলোজ, উল, সিল্ক দিয়ে সুতা তৈরি করা যায় কিন্তু স্টার্চ ও রাবার দিয়ে সুতা তৈরি করা যায় না। অর্থাৎ প্রাকৃতিক পলিমার দুই ধরনের। কৃত্রিম পলিমার (নাইলন, পলিস্টার) দিয়ে কাপড় তৈরি, রশি এবং দাঁতের ব্রাশ তৈরি করা হয়।

| পলিমারের নাম                       | মনোমারের সংকেত                                 | পলিমারের ধর্ম                             | ব্যবহার                             |
|------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| পলিথিন                             | $CH_2=CH_2$                                    | সহজে কাটা যায় না, টেকসই                  | প্রাস্টিক বাগ, প্রাস্টিক শিট        |
| পলিপ্রোপিন                         | $CH_2=CH-CH_3$                                 | সহজে কাটা যায় না, টেকসই                  | প্রাস্টিক রশি, প্রাস্টিক বোতল       |
| পলিভিনাইলক্লোরাইড (PVC)            | $CH_2=CHCl$                                    | শক্ত, কঠিন এবং পলিথিনের তুলনায় কম নমনীয় | পানির পাইপ, বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থ |
| পলিটetraফ্লুরোইথিন (PTFE) বা টেফলন | $CF_2=CF_2$                                    | ননস্টিক ও তাপসহ                           | নন স্টিক পাত্র                      |
| নাইলন                              | $HOOC-(CH_2)_4-COOH$<br>ও $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ | ঢাকঢাক, টেকসই, নমনীয়                     | কৃত্রিম কাপড়, রশি, দাঁতের ব্রাশ    |

ছক ১১.৩: বিভিন্ন পলিমারের ধর্ম ও ব্যবহার

খ. পলিমারের শ্রেণিবিভাগ: উৎসের উপর ভিত্তি করে পলিমার দুই প্রকার:

#### ১. প্রাকৃতিক পলিমার

প্রাকৃতিকভাবে অনেক পলিমার উৎপন্ন হয়। যেমন, উদ্ভিদের সেলুলোজ ও স্টার্চ দুটোই পলিমার যা বহুসংখ্যক গ্লুকোজ

অণু যুক্ত হয়ে গঠিত হয়েছে। গ্লুকোজকে  $\text{C}_6$  মাত্রা বকাশ করা হলে স্টার্চ ও সেলুলোজের গঠন -  $\text{C}_6\text{-H}_5\text{-O-C}_6\text{-H}_5\text{-O-C}_6\text{-H}_5\text{-O}$  দেখতে উত্তরের গঠন এক রকম হলেও তাদের বন্ধন গঠনের কৌশল ভিন্ন। এভাবে পর্যালোচনা একটি গ্লুকোজ অণু যুক্ত হয়ে দীর্ঘ শিকল উৎপন্ন করে। প্রাণিদেহে সঞ্চিষ্ট শর্করা, গ্রাইকোজেন ও গ্লুকোজের পলিমার।

তোমার দেহের কোষ এবং কলা গঠন করে খোচটিন। খোচটিন অ্যামাইনো এসিডের পলিমার। ইনসুলিন নামক পলিমারে ২২ টি অ্যামাইনো এসিড থাকে। রাবার নামক গাছের কণ একটি প্রাকৃতিক পলিমার। আমাদের দেশে পার্বত্য চট্টগ্রাম, কক্সবাজার, হবিগঞ্জ, সিন্ধেট ও টাঙ্গাইল জেলায় রাবার চাষ হচ্ছে। প্রাকৃতিক রাবারের চেয়ে বহুগুণ বেশি প্রাস্টিক শিল্প কারখানায় স্ফুটন করা হচ্ছে।

## ২. কৃত্রিম পলিমার বা প্রাস্টিক

শব্দ, হালকা, সস্তা। এবং যে মনোনা পছন্দসই রঙের প্রাস্টিক পাওয়া যায়। প্রাস্টিককে গলানো যায় এবং ছাচে ঢেলে যে কোন আকার দেওয়া যায়। প্রাস্টিক শব্দটি এসেছে গ্রিক শব্দ Plastikos থেকে। Plastikos অর্থ হলো গলানো সম্ভব। অনেকেরই পরিত্যক্ত বস্তুপত্রের প্রাস্টিক অংশকে গুলিয়ে পেপার গুয়েট তৈরি করেন। এটি করা বিপদজনক কারণ, প্রাস্টিক দ্রব্যকে পোড়ালে বা উত্তাপে গলানো হলে অনেক বিষাক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়। খাবার রাখার পাত্র, মোড়ক, বসপেন, স্ট্রোর, বেবিল, গুল্লির বহুভাগ পানির ট্যাংক, গালাপা, বালতি, মল ইত্যাদি নানাবিধ সামগ্রী ধ্বংস করার জন্য প্রাস্টিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়।

গ. ব্যবহার ও বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে প্লাস্টিকের প্রকারভেদ:

গঠন ও ভাস্কর্য বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে কৃত্রিম পলিমার (প্রাস্টিক) দুই ধরনের। এর মধ্যে এক ধরনের পলিমার লম্বা। সলু ছট পাকানো (cross links) শিথল গঠন করে। এ ধরনের পলিমার শিকলের কার্বনসমূহের মধ্যে শক্তিশালী ক্রম গঠিত হয়। কিন্তু পার্শ্ববর্তী শিকলসমূহের মধ্যে দুর্বল আকর্ষণ বল কাজ করে। এই শিকলগুলো একটি অপরটির ওপর দিয়ে অতিক্রম করতে পারে। ফলে এ ছাত্তীয় পলিমারকে সহজে সম্প্রসারিত, বাকানো এবং তাপ ধর্যোগে গলানো যায়। এ ধরনের পলিমারকে থার্মোপ্রাস্টিক বলে। উদাহরণ: পলিইথিন, পলিপ্রপিলিন, PVC ইত্যাদি। থার্মোপ্রাস্টিককে বার বার গলানো যায় এবং বিতিনু আকৃতির বস্তু তে পরিণত করা যায়।

দ্বিতীয় ধরনের পলিমারে কর্বন পরমাণুসমূহ শিকড়ের মধ্যে বন্যোজী এবং একই সাথে পার্শ্ববর্তী শিকড়ের কর্বনের সাথে দৃঢ়ভাবে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। এ ধরনের পলিমার থার্মোসেটিং। থার্মোসেটিং প্রাস্টিক, থার্মোপ্রাস্টিকের চেয়ে শক্ত এবং কম নমনীয়। তাপ ধরিয়ে এগুলো গলার পরিবর্তে স্ফালায় পরিণত হয়। এ অবস্থায় কর্বন শিকড়ের ক্রস লিঙ্ক তৈরী পোলে পলিমার বিয়োজিত হয়। থার্মোসেটিং প্রাস্টিককে একবার মাত্র গলাতো এবং আবার দেওয়া যায়। চারভদ্র কশ্চেন্দ্র মোন্ডিং এর মাধ্যমে এটা করা হয়। উদাহরণ: ব্যাকেলাইট, ফাইবার গ্লাস, কৃত্রিম রেজিন এবং ইপোসি গু।

শিক্ষার্থীর কাজ: তোমার ব্যবহার্য পলিমারসমূহকে থার্মোপ্লাস্টিক ও থার্মোসেটিং প্লাস্টিক হিসেবে শ্রেণিবিভাগ কর।

ঘ. কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যের সুবিধা ও অসুবিধা:

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকে গারার বিশ্বে কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যের ব্যবহার অত্যধিকভাবে বাড়তে থাকে। মানুষের দৈনন্দিন কাজে ব্যবহৃত কাঠ, কাগজ, গ্লাস ও ধাতুর তৈরি দ্রব্যের ছায়াময় প্লাস্টিকের দ্রব্য স্থান করে নিয়েছে। প্লাস্টিকের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের কারণে কাঠ ও ধাতুর তৈরি দ্রব্যের পরিবর্তে প্লাস্টিকদ্রব্য ব্যবহার বৃদ্ধি পেয়েছে। প্লাস্টিক কম মূল্যে পাওয়া যায়, কম হয় না, অধিকার রাসায়নিক পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে না, সহজে হয় করা যায়, বিদ্যুৎ পরিবাহী, গুঁজনে হালকা, সহজে পরিবহনযোগ্য, দীর্ঘস্থায়ী এবং অবশেষে গারার কঠিনতম হয় না।

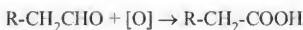
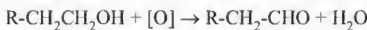
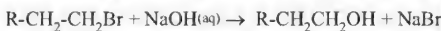
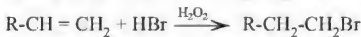
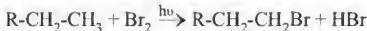


প্রাস্টিক দ্রব্যের অনেক সুবিধা থাকলেও এর কিছু অসুবিধাও রয়েছে। কৃত্রিম পলিমার বা প্রাস্টিক ব্যবহারের প্রধান সমস্যা হলো, এসব পদার্থ বিয়োজিত হয় না এবং পরিবেশকে দূষিত করে। অধিকাংশ প্রাকৃতিক উপাদান মাটির ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয় কিন্তু প্রাস্টিক দ্রব্য ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয় না। এ জন্য প্রাস্টিককে নন বায়োডিগ্রেডেবল (Non-biodegradable) পদার্থ বলে। অনেক ক্ষেত্রে প্রাস্টিককে পুড়িয়ে ধ্বংস করা হয় যাতে বিমুক্ত ধোঁয়া (হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড, অ্যালডিহাইড, হাইড্রোজেন সায়ানাইড) উৎপন্ন হয়। এ সকল গ্যাস মানুষের শরীরে ক্যান্সারসহ বিভিন্ন রোগের সৃষ্টি করে। বর্তমানে বিজ্ঞানীগণ কৃত্রিম পলিমার তৈরি করেছেন যা প্রথমে পূর্বের আলোতে বিয়োজিত (Photodegradable) হয় এবং পরবর্তীতে প্রাকৃতিকভাবে ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত (Biodegradable) হয়। এদেরকে বায়োপলিমার বলে। বেশিরভাগ বায়োপলিমার ডুটা ও ইস্কু থেকে প্রস্তুত করা হয়। এই পলিমার দ্বারা বিয়োজিত হতে 20 থেকে 30 বছর প্রয়োজন। পলিইথানল  $\{-CH_2-CH(OH)-\}_n$  এক প্রকার পলিমার যা হাঙ্গপাতলে ব্যবহৃত হয় এবং পানিতে দ্রবীভূত হয়। পলিইথানলের পানিতে দ্রবনীয়তা  $n$  এর মানের উপর নির্ভর করে।

প্রাস্টিক পলিমারসমূহকে যে মনোমার দ্বারা প্রস্তুত করা হয় তাহা দ্বিবাশ্রু ছালামনি থেকে সংগ্রহ করা হয়। এতে সীমিত দ্বিবাশ্রু ছালামনি মধুদ্রবস পায়, অপরদিকে বর্তমানে বিশ্বের 4% দ্বিবাশ্রু ছালামনি দিয়ে উৎপাদিত বিন্যাস, প্রাস্টিক পলিমার প্রস্তুত করতে ব্যবহার করা হয়। অপরোচ্ছনীয় প্রাস্টিক ব্যবহার না করে এবং ব্যবহৃত প্রাস্টিক পুনঃপ্রক্রিয়াজাত (Recycling) করে দ্বিবাশ্রু ছালামনি উপর চাল কমানো যায়। পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষার্থে কৃত্রিম আঁশের উপর নির্ভরশীলতা কমানো প্রয়োজন। তুলা, উল ও পাটের আঁশ ছাড়াও প্রাকৃতিক আঁশের ব্যবহার বাড়ানো যেতে পারে। বাংলাদেশের মাটি উর্বর, এখানে তুলা ও পাট চাষের পাশাপাশি মেসতা চাষ করে কৃত্রিম আঁশের ব্যবহার কমানো যায়। ফিলিপাইন ও ইন্দোনেশিয়ায় আনারসের পাতা এবং কলাগাছের আঁশ থেকে উন্নতমানের সূতা তৈরি করে কাপড় বুনানো হয়।

### ১১.৬ হাইড্রোক্যার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুতি

পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান হাইড্রোক্যার্বন (অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন)। হাইড্রোক্যার্বন থেকে সকল শ্রেণির জৈব যৌগ প্রস্তুত করা হয়। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোক্যার্বন বা অ্যালকেন হ্যালাজেনের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিন হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন করে। অ্যালকাইল হ্যালাইড সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলে পরিণত হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহলকে শক্তিশালী জারক ( $K_2Cr_2O_7$  ও  $H_2SO_4$ ) দ্বারা জারিত করলে প্রথমে অ্যালডিহাইড/কিটোন এবং পরবর্তীতে জৈব এসিডে পরিণত হয়।



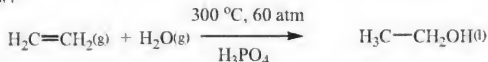
এখানে,

$R$  = অ্যালকাইলগ্রুপ

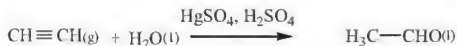
=  $CH_3$ ,  $C_2H_5$ ,  $C_3H_7$  ইত্যাদি

শিকারী কাজ: অ্যালকিন  $\xrightarrow{?}$  অ্যালকাইনহ্যালাইড  $\xrightarrow{?}$  অ্যালকোহল  $\xrightarrow{?}$  অ্যালডিহাইড / কিটোন  $\xrightarrow{?}$  জৈব এসিড

এই পদ্ধতি ছাড়াও হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুত করা যায়। ফসফরিক এসিডের উপস্থিতিতে অ্যালকিন 300 °C তাপমাত্রায় এবং 60 বায়ুচাপে জলীয়বাষ্পের (H<sub>2</sub>O) সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।



2% মারকিউরিক সালফেট (HgSO<sub>4</sub>) এবং 20% সালফিউরিক এসিডের (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) উপস্থিতিতে অ্যালকাইন (ইথাইন) পানির সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে। HgSO<sub>4</sub> বিসৃত হওয়ায় শিল্পক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিরুৎসাহিত করা হয়।



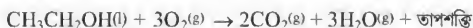
পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত অ্যালকেনকে উচ্চ তাপ ও চাপে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জ্বারিত করলে জৈব এসিড উৎপন্ন হয়।



-OH মূলকযুক্ত অ্যালকোহলিক জৈব যৌগকে অ্যালকোহল, -CHO মূলকযুক্ত যৌগকে অ্যালডিহাইড এবং -COOH মূলকযুক্ত যৌগকে জৈব এসিড বলে। মূল অ্যালকেনের ইংরেজি নামে শেষের 'e' অক্ষরের পরিবর্তে অল (ol), অ্যাল (al), এবং অয়িক এসিড (oic acid) যুক্ত করে যথাক্রমে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের নামকরণ করা হয়। এই মূলকসমূহকে সংশ্লিষ্ট যৌগের কার্যকরী মূলক বলে।

### ১১.৭ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার

অ্যালকোহল: মিথানল বিসৃত রাসায়নিক পদার্থ। মিথানল মূলত অন্য রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুত করতে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক শিল্পে ইথানল থেকে ইথানয়িক এসিড, বিভিন্ন জৈব এসিডের এস্টার প্রস্তুত করা হয়। ইথানলকে প্রধানত পারফিউম, কসমেটিক্স ও ঔষধ শিল্পে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করে। ফার্মাসিউটিক্যাল শিল্পের ইথানলকে ঔষধ শিল্পে এবং রেকটিফাইড শিরিটকে হোমিও ঔষধে ব্যবহার করা হয়। ইথানলের 96% জলীয় দ্রবণকে রেকটিফাইড শিরিট বলে। যে সর্বল উপাদান পানিতে দ্রবণীয় নয় তাদেরকে ইথানলে দ্রবীভূত করে ব্যবহার করা যায়। পারফিউম শিল্পেও ইথানলের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। পারফিউমে ইথানল ব্যবহারের পূর্বে তাকে গন্ধমুক্ত করা হয়। ঔষধ ও খাদ্য শিল্প ব্যতীত অন্য শিল্পে ব্যবহৃত রেকটিফাইড শিরিট সামান্য মিথানল যোগে বিসৃত করে ব্যবহার করে। একে মেথিলেটেড শিরিট বলে। কাঠ এবং ধাতুর তৈরি আসবাবপত্র বার্ষিক করার জন্য মেথিলেটেড শিরিট ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে ব্রাজিলে জীবাশ্ম ত্ত্বালানির পরিবর্তে ইথানলকে মটর ইঞ্জিনের ত্ত্বালানিরূপে ব্যবহার করা হচ্ছে। গ্যাসোহল (Gasohol) এক প্রকার ত্ত্বালানি, যেখানে পেট্রোলের সাথে 10-20% ইথানল মিশ্রিত থাকে।



স্টার্ট (চাল, গম, আলু ও তুট্টা) থেকে গাঁজন (Fermentation) প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়। এছাড়া চিনি শিল্পের উপজাত উৎপাদন চিটাপুড থেকে একই প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল (ইথানল) পাওয়া যায়। বাংলাদেশের দর্শনায় কেন্দ্র এত কেন্দ্র কোশানিতে ইথানল প্রস্তুত করে দেশের চাহিদা পূরণ করা হয়। অ্যালকোহলকে ত্ত্বালানি হিসেবে ব্যবহার

করলে একদিকে জীবাশ্ম ত্বালানির উপর চাপ কমে অপরদিকে পরিবেশকে দূষণমুক্ত রাখা যায়।

অ্যালডিহাইড: শিল্প কারখানায় অ্যালডিহাইডের ব্যবহার তুলনামূলকভাবে কম। তবে অন্য রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুত করার জন্য অ্যালডিহাইডের প্রচুর ব্যবহার রয়েছে। মিথান্যাল বা ফরমালডিহাইডের সম্পৃক্ত (40%); অ্যাকতন হিসেবে, 37%; তর হিসেবে) জলীয় দ্রবণকে ফরমালিন বলে বাহ্য মৃত প্রাণী সংরক্ষণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

অ্যালডিহাইড থেকে পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় প্রাস্টিক দ্রব্য তৈরি করা হয়। নিম্ন অণবিক ভরবিশিষ্ট অ্যালডিহাইডের (মিথান্যাল; HCHO) জলীয় দ্রবণকে অতি নিম্ন চাপে উত্তপ্ত করলে ডেরলিন (Derlin) নামক শক্ত পলিমার উৎপন্ন হয়। ডেরলিন পলিমার দিয়ে চেয়ার, ডাইনিং টেবিল, বাগতি ইত্যাদি জাতীয় দ্রব্য তৈরি করা হয় যা পূর্বে কাঠ ও ধাতু দিয়ে তৈরি করা হত।



এখানে পলিমার অণুতে মনোমারের সংখ্যা পাঁচ থেকে পঞ্চাশ পর্যন্ত হতে পারে।

ফরমালডিহাইড (মিথান্যাল) ও ইউরিয়া থেকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় ইউরিয়া-ফরমালডিহাইড রেজিন (নেলোমাইন পলিমার) উৎপন্ন হয় যা গৃহের প্রেট, গ্রাস, মা ইত্যাদি তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। প্যারালডিহাইড নামক ঘূনের ঔষধ প্রস্তুত করতে অ্যাসিটালডিহাইড (CH<sub>3</sub>CHO) ব্যবহার করা হয়।

জৈব এসিড: জৈব এসিডসমূহ অজৈব এসিডের তুলনায় দুর্বল। জৈব এসিড মানুষের খাদ্যোপযোগী উপাদান। আমরা লেন্স রস (সাইট্রিক এসিড), তেঁতুল (টারটারিক এসিড), দধি (ল্যাকটিক এসিড) এর সাথে জৈব এসিডকে খাবার হিসেবে গ্রহণ করি। জৈব এসিডের ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করার ক্ষমতা থাকায় একে খাদ্য সংরক্ষক (Food Preservative) হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে বাহ্য সস ও আচার সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

জৈব এসিড থেকেও পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় প্রাস্টিক দ্রব্য তৈরি করা হয়। পলিষ্ট, শার্টের কাপড় তৈরি করতে ব্যবহৃত টেরিলিন (পলিএস্টার) নামক রাসায়নিক তত্ত্ব অ্যালকোহল ও জৈব এসিড থেকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়। এখানে উল্লেখ্য কার্বোহাইড্রেড ও তেল জাতীয় প্রাকৃতিক পলিমার অ্যালকোহল ও জৈব এসিড থেকে গঠিত হয়। তবে পলিএস্টার ঘারা প্রস্তুত কাপড়ের চাহিদা ক্রমাগত বৃদ্ধি পাচ্ছে। সুশুষ্কি (এস্টার) জাতীয় রাসায়নিক দ্রব্য তৈরি করতে জৈব এসিড ব্যবহৃত হয়।

### শিক্ষার্থীর কাজ :

প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম ও কয়লা ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা সম্পর্কে মতামত দাও:

(প্রাকৃতিক গ্যাস পেট্রোলিয়াম ও কয়লায় অনেক ক্ষেত্রে সালামর, নাইট্রোজেন উপস্থিত থাকে। বাতাসের অক্সিজেনের সাথে এগুলোর বিক্রিয়ায় উৎপাদ বিবেচনায়ে নিবে।)

প্রাকৃতিক গ্যাস পেট্রোলিয়াম ও কয়লা পোড়ালে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটি একটি যীনহাউজ গ্যাস।

পরিবেশের উপর প্রাস্টিক দ্রব্যের প্রভাব সম্পর্কিত অনুসন্ধান:

প্রাস্টিক বর্জ্য ফেন্সার ছায়গা, প্রাস্টিকের পচনশীলতা, প্রাস্টিক দ্রব্য মাটিকে ঢেকে রাখলে এতে বায়ু ও সূর্যালোক প্রবেশের সুযোগ, বৃক্ষের শিকড় বিচ্ছিন্ন বাধা ইত্যাদি বিবেচনা করবে।

### ১১.৮ জৈব ও অজৈব যৌগের পার্থক্যকরণ

এ অধ্যায়ে তুমি যে সকল যৌগ সম্পর্কে অধ্যয়ন করেছ তার সবই জৈব যৌগ। জৈব যৌগসমূহ সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে এবং অজৈব যৌগসমূহ আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়। তবে কিছু সমযোজী যৌগ থাকে যারা আয়নিক বৈশিষ্ট্য অর্জন করে। একইভাবে কিছু আয়নিক যৌগ থাকে যারা সমযোজী বৈশিষ্ট্য অর্জন করে।

শিক্ষার্থীর কাজ : জৈব যৌগের সংজ্ঞা দাও।

কয়েকটি জৈব ও অজৈব যৌগ নিয়ে গলনাংক নির্ণয় করে পার্থক্য দেখাও।

চিন্তা কর : আয়নিক ও সমযোজী যৌগের পার্থক্যের তিনটিতে কভাবে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।

## অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. প্রাকৃতিক গ্যাসে শতকরা কত ভাগ ইথেন থাকে?

ক. ৩ ভাগ

খ. ৪ ভাগ

গ. ৬ ভাগ

ঘ. ৭ ভাগ

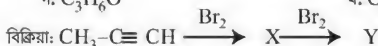
২. নিচের কোন যৌগটি ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণকে বর্ণহীন করতে পারে?

ক.  $C_3H_8$

খ.  $C_3H_8O$

গ.  $C_3H_6O$

ঘ.  $C_3H_4$



উপরের বিক্রিয়া থেকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

৩. Y যৌগটির নাম কী?

ক. ১, ১-ডাইব্রোমো প্রোপেন

খ. ২, ২-ডাইব্রোমো প্রোপেন

গ. ১, ১, ২, ২-টেট্রাব্রোমো প্রোপেন

ঘ. ১, ২-ডাইব্রোমোপ্রোপিন

৪. উদ্দীপকের 'X' যৌগটি—

i. সংযোজন বিক্রিয়া দেয়

ii. প্রাস্টিক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়

iii. Y অপেক্ষা কম সক্রিয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii

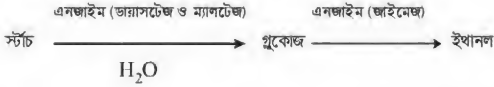
খ. ii ও iii

গ. i ও iii

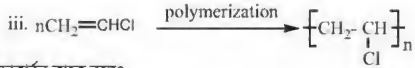
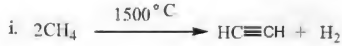
ঘ. i, ii ও iii

### সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. মার্চ-জুন মাসে বাংলাদেশে সম্রাটের অভাবে প্রচুর পরিমাণে আলু নষ্ট হয়। আলু থেকে নিচের বিক্রিয়ায় ইথানল উৎপন্ন করা যায়।



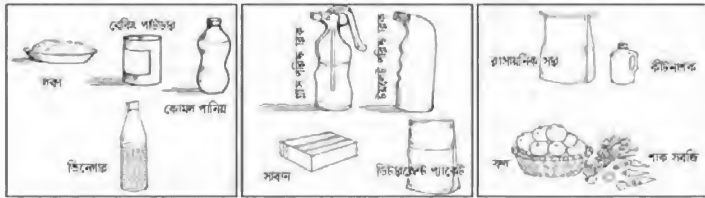
- ক. পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান কী?
- খ. অ্যালকেন অপেক্ষা অ্যালকিন সক্রিয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
- গ. উদ্ভিদপত্রের বিক্রিয়া ব্যবহার করে আলু থেকে মিথেন প্রস্তুতির বর্ণনা দাও।
- ঘ. অতিরিক্ত আলুকে দীর্ঘাঙ্গীকৃত করার বিবন্ধ হিসেবে ব্যবহারের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ কর।
২. পর্যায়ক্রমে একটি গ্যাসকে i থেকে iii বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন পদার্থে পরিণত করা হয়।



- ক. হাইড্রোকার্বন কাকে বলে?
- খ. বেনজিন অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন কেন?
- গ. ii নং বিক্রিয়াটি কোন ধরনের বিক্রিয়া? ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. উদ্ভিদপত্রের প্রথম বিক্রিয়াক গ্যাসটি ব্যবহার বহুমুখীকরণের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ কর।

## দ্বাদশ অধ্যায় আমাদের জীবনে রসায়ন

আমি বাংলাদেশে আত্মপ্রত্যয় জনপ্রিয় বস্তু। ক্যালসিয়াম কার্বাইড দিয়ে পাকবনে হয়েছে বলে অথবা প্রিজারভেটিভ দেওয়া আছে বলে মানুষ বস্তু খেতে ভয় পাবে। মানুষের ধারণা আছেও ফর্মালিন। সরেফেন বা পাকানোর উপাদানগুলো রাসায়নিক পদার্থ। আমাদের দৈনন্দিন প্রয়োজনে ব্যবহৃত সকল রাসায়নিক পদার্থ ক্ষতিকর নয়। প্রতিদিন রসায়নের সাথে দুই কাজে জীবনের রসায়ন শেষ করে দুমতে যাই। আমাদের জীবন, প্রসাধন সামগ্রী, খাদ্য উপাদানে ব্যবহৃত সার-কীটনাশক, পরিকারক পদার্থ ইত্যাদি সকলই রাসায়নিক উপাদান। আমাদের জীবনে রসায়নের প্রভাব উপলব্ধি করে ম্যাডামেরি কুরি (Madame Marie Curie) এর রসায়নে নোবেল পুরস্কার (Nobel Prize) অর্জনের 100 তম বছর উপলক্ষে রসায়ন এক ফলিত রসায়নের আন্তর্জাতিক সন্থা (IUPAC) 2011 সালকে রসায়ন বছর হিসেবে পালন করে। এর প্রতিশ্রুতি বিষয় ছিল: রসায়নই আমাদের জীবন এক রসায়নই আমাদের কবিবাং।



### এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- (১) গৃহে ব্যবহার্য কতিপয় খাদ্য সামগ্রীর পাহরণ, বর্ম ও ব্যবহারের গুরুত্ব বিবেচন করতে পারব।
- (২) গৃহে প্রসাধন সামগ্রীর উপযোগিতা নির্ধারণে pH এর গুরুত্ব বুঝা করতে পারব।
- (৩) গৃহে ব্যবহার্য পরিকারক সামগ্রীর প্রভু তি ও পরিকার করার কৌশল বাখ্যা করতে পারব।
- (৪) কৃষিক্ষেত্রে উপযুক্ত যৌগ ব্যবহার করে মাটির pH মান নিয়ন্ত্রণ করতে পারব।
- (৫) কৃষিদ্রব্য প্রক্রিয়াকরণের উপায় বাখ্যা করতে পারব।
- (৬) কৃষিদ্রব্য সংরক্ষণের উপায় বাখ্যা করতে পারব।
- (৭) রাসায়নিক কর্মে সম্পর্কে ভেদে এর ক্ষতিকর প্রভাব বাখ্যা করতে পারব।
- (৮) রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করে সাবান তৈরি করতে পারব।
- (৯) প্রচলিত গাউডারের বিস্ফোরন ক্রিয়া গ্রহণ করতে পারব।
- (১০) মাটি, পানি ও বায়ু দূষণ রোধে রাসায়নিক দ্রব্যের বর্জ্য ব্যবহার বিষয়ে আল্লাস সাথে স্বাস্থ্যসংক্রান্ত মহামতি দিতে পারব।
- (১১) স্বাস্থ্য সংরক্ষণ দ্রব্য ব্যবহারে অগ্রহ প্রদর্শন করব।
- (১২) স্বাস্থ্য সংরক্ষণ দ্রব্য ব্যবহারে অগ্রহ প্রদর্শন করব।
- (১৩) খাদ্য দ্রব্যে বেকিং পাউডারের সূচিকা পরীক্ষার মধ্যমে দেখাতে পারব।

## ১২.১ গৃহস্থ গির রসায়ন

লবণের মত ভালোবাসার গন্ধ তুমি নিশ্চয় শুনেনি। সুতরাং তুমি ছান লবণ ছাড়া খাদ্যসামগ্রী বন্ধনা করা যায় না। মার্চ-মাংস ইত্যাদি নরম ও সুস্বাদু করার জন্য সিরকা (ভিনেগার) ব্যবহার করা হয়। কেক, রুটি বা পিঠা ফেলায়নের জন্য বেকিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। একটু রিচকুড বা তৈলাক্ত খাবারের পরে কোমলপানীয় না হলেই নয়।

### ১. খাদ্য লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড; NaCl

সালরের পানিতে ধ্রুত পরিমাণে খাদ্য লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকে। আবার ভুগুর্ভে বনিজরূপে সোডিয়াম ক্লোরাইড পর্বাত পরিমাণে পাওয়া যায়। আমাদের দেশে সমুদ্র উপকূলের লবণচাষিগণ সমুদ্রের পানি থেকে লবণ আহরণ করে।

#### শিক্ষণীয় কাজ:

একটি পাত্রে গাড় বছর খাবার লবণের দ্রবণ তৈরি কর। একটি ট্রেতে কালো পলিথিন বিছিয়ে এর ওপর কিছুটা দ্রবণ ঢেলে দাও। ট্রেটিকে সারাদিন রোদে দাও। প্রতিদিন সকালে ট্রেতে কিছুটা দ্রবণ বোশ করে সারা দিন রোদে রেখে দাও। লক্ষ রাখবে যেন এতে কোনো ভাবে পানি না পড়ে। এভাবে এক সপ্তাহ পর্যবেক্ষণ কর।

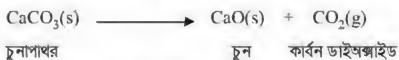
- পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে উপকূলের চাষিদের লবণ আহরণের কৌশল সম্পর্কে তোমার ধারণা ব্যাখ্যা কর।
- একটি আতশী কাচ দিয়ে লবণের একটি দানা পর্যবেক্ষণ কর। এর বর্ণ ও আকারের বিবরণ দাও।
- একটি পাত্রে ভ্যাকুয়াম ইভাপোরেশন পদ্ধতিতে (শিল্প কারখানায় প্রস্তুত) পরিশোধিত লবণ (বিশুদ্ধ NaCl) ও অপর একটি পাত্রে সাধারণ লবণ (CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> মিশ্রিত NaCl) বর্বাংকালে বাতাসে ২/৩দিন রেখে দাও। পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে লবণের পানীয়সী ধর্ম ব্যাখ্যা কর।

সোডিয়াম লবণ আমাদের শরীরের ইলেকট্রোলাইটের চাহিদা পূরণ করে। খাবার লবণ ছাড়াও সোডিয়াম ক্লোরাইড বিভিন্ন যৌগ প্রস্তুতিতে, ঔষধ শিল্পে, সাবান শিল্পে এবং বস্ত্র রঞ্জন শিল্পে রং পাকা করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

### ২. বেকিং পাউডার বা সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট : NaHCO<sub>3</sub>

তোমাদের রান্না ঘরের একটি অতি প্রয়োজনীয় উপাদান বেকিং পাউডার। কেক বা পিঠা ফেলায়নের জন্য সাধারণত বেকিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। বেকিং পাউডার মূল উপাদান হলো সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট। চুনাপাথর, অ্যামোনিয়া গ্যাস ও খাবার লবণ ব্যবহার করে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট প্রস্তুত করা হয়।

সোডিয়াম ক্লোরাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণকে ব্রাইন বলে। ব্রাইনকে অ্যামোনিয়া ঘারা সম্পৃক্ত করা হয়। ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে (চুনা পাথর) অধিক তাপমাত্রায় (600°C) উত্তপ্ত করলে চুন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত ব্রাইনের মধ্যে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালনা করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়ালুগো সংগঠিত হয়।



কার্বন ডাইঅক্সাইড, অ্যামোনিয়া ও পানির বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয় অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট।



অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট

জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট সোডিয়াম ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট

সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট কেশাসিত হয়। কেশাসকে সংগ্রহ করে শুক করা হয় এবং বাছুর ছাত করা হয়।

সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট কীভাবে কেক কেশায় :

কেকের ময়দার সাথে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (বেকিং পাউডার) মিশিয়ে উত্তাপ দেওয়া হয়। তাপে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট বিয়োজিত হয়ে সোডিয়াম কার্বনেট, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয়। কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস ময়দাকে ফুলিয়ে দিয়ে উড়ে যায়।



সোডিয়াম কার্বনেট

সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট  $\text{NaHCO}_3$  বদহজম সমস্যার সমাধান দেয়। বদ হজম সমস্যায় পাকস্থলিতে অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক এসিড  $\text{HCl}$  উৎপন্ন হয়।  $\text{NaHCO}_3$  এই এসিডকে প্রশমিত করে।

শিক্ষার্থীর কাজ : প্রতীক ও সংকেতের সাহায্যে উপর্যুক্ত প্রশমন বিক্রিয়াটি লিখ।

বাড়িতে বা বেকারিতে পাউরুটি ফেলানোর জন্য ইস্ট নামক ছত্রাক ব্যবহার করা হয়। এ জন্য প্রথমে চিনির দ্রবণে ইস্ট মেশানো হয়। এই মিশ্রণ দিয়ে ময়দা মেখে দগা করে উষ্ণ স্থানে রাখলে ময়দার দগা ফেলাতে থাকে। ময়দার এই ফেলার কারণ ইস্টের স্ব বাত শ্বসন। ইস্ট বাতাসের অক্সিজেনসহ শ্বসনক্রিয়া করার সময় কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। বা পাউরুটিকে ফেলাতে সাহায্য করে। পাউরুটি পরিমিত পরিমাণে ফেলার পরে ওতেনে বেকিং করা হয়। উত্তাপে ইস্ট মরে যায়। ফলে বুটির ফেলা কষ্ট হয়।



গ্লুকোজ

শিক্ষার্থীর কাজ : পৃথকভাবে বেকিং পাউডার এবং ইস্টের সাথে ময়দা মেখে রেখে দাও। কিছু সময় পরে এই ময়দা দিয়ে কেক বানাও। উভয় কেকের মধ্যে তুলনা কর। কেক দুইটিতে পার্থক্য দেখা গেলে এর কারণ ব্যাখ্যা কর।

### ৩. সিরকা বা তিনেগার

সিরকা বা তিনেগার হলো ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণ। ইথানয়িক এসিড জলীয় দ্রবণে অংশিক বিয়োজিত হয়। ফলে জলীয় দ্রবণে খুব কম সংখ্যক হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন হয়। এর পরেও ইথানয়িক এসিডের জলীয় দ্রবণের

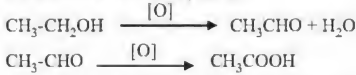


pH মান 7 এর কম।

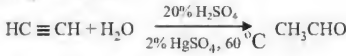


খাদ্য দ্রব্য যেমন আচার সংরক্ষণের জন্য ভিনেগার বা সিরকা ব্যবহার করা হয়। আচার পচে যাওয়ার জন্য দায়ী ব্যাকটেরিয়া। ভিনেগার বা ইথানয়িক এসিডের  $\text{H}^+$  আয়ন ব্যাকটেরিয়ার প্রোটিন ও ফ্যাটকে আর্দ্রবিশ্রবিত করে। ফলে ব্যাকটেরিয়া মরে যায়। এতে করে আচার পচনের হাত থেকে রক্ষা পায়। মাছ, মাংস মেরিনেট (মাছ, মাংসকে হালুদ, মরিচ দিয়ে রেখে দেয়া) করার জন্যও সিরকা বা ভিনেগার ব্যবহার করা হয়। এটি প্রোটিনকে ভেঙে ফেলে বলে খাবার নরম ও সুস্বাদু হয়।

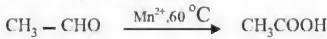
ইথানয়িক এসিডের প্রভু তি: পরীক্ষা করে ইথানয়িক এসিডের উপস্থিতিতে পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেট দ্বারা জারিত করে ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন করা হয়।



শিল্পক্ষেত্রে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন থেকে বিশুদ্ধ ইথানয়িক এসিড সংশ্লেষণ করা হয়। পেট্রোগ্রামের তাপ বিয়োজনে উৎপন্ন ইথাইন গ্যাসকে 60 °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে 2% মারকিউরিক সালফেট ও  $(\text{HgSO}_4)$  20% লবু সালফিউরিক এসিডের জলীয় দ্রবণে চালনা করা হয়। ফলে ইথানয়াল উৎপন্ন হয়। এ ক্ষেত্রে  $\text{HgSO}_4$  ও লবু  $\text{H}_2\text{SO}_4$  প্রভাবক রূপে কাজ করে।



ইথানয়িক ম্যাঙ্গানাস এসিটে প্রভাবকের উপস্থিতিতে 60 °C তাপমাত্রায় বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে ইথানয়িক এসিড উৎপাদন করা হয়।



আমাদের দেশে 30/35 বছর আগেও গ্রামের লোকেরা খেজুরের রস রোদে দিয়ে মট ভিনেগার তৈরি করে আচার সংরক্ষণ করত।

#### শিক্ষণীয় কাজ :

তোমাদের বাড়িতে বা প্রতিবেশীলগ্ন আর কোন কোন উপাদান ব্যবহার করে খাদ্য সংরক্ষণ করেন তার একটি তালিকা তৈরি কর। তালিকার উপাদানগুলোর pH মান নির্ণয় কর। এই উপাদানসমূহের সংরক্ষণ কৌশল সম্পর্কে তোমার ধারণা ব্যাখ্যা কর।

#### ৪. কোমল পানীয়

পোশাও, বিরিয়ানী খাওয়ার পরে কার না ঠাণ্ডা কোমল পানীয় পান করার ইচ্ছা হয়! কোমল পানীয় হলো পানিতে কার্বন ডাইঅক্সাইডের দ্রবণ। এতে অতিরিক্ত পরিমাণে চিনি দ্রবীভূত থাকে। অন্যান্য উপকরণ মিশিয়ে ড্রিংকসের বর্ণ ও স্বাদ পরিবর্তন করা হয়। ঠাণ্ডা অবস্থায় ও উচ্চ চাপে পানিতে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস দ্রবীভূত করা হয়। তাপ বৃদ্ধি

পেলে বা চাপ হ্রাস পেলে দ্রবণ থেকে বৃন্দ বৃন্দ আকারে গ্যাস বেরিয়ে যেতে থাকে। যে কারণে ড্রিকবসের বোতল খুললেই ফেনাসহ তরল ও গ্যাস বেরিয়ে আসতে থাকে। এ জন্য এ সকল পানীয় ঠান্ডা অবস্থায় পান করতে ভালো লাগে। কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে কার্বনিক এসিডে পরিণত হয়।



কার্বনিক এসিড এনজাইমের ক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে পরিপাককে সহায়তা করে। কার্বনিক এসিড একটি মৃদু এসিড। পানিতে এর খুব কম সংখ্যক অণু বিয়োজিত হয়।

#### শিক্ষার্থীর কাজ :

১. বেকিং পাউডারে (সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট ও টারটারিক এসিডের মিশ্রণ) পানি অথবা খাবার সোডার (সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট) ওপর জেবুর রস যোগ করে পর্যবেক্ষণ কর। তোমার পর্যবেক্ষণের সাথে কোমল পানীয়ের বোতলের মুখ খোলার দৃশ্যের তুলনা কর।
২. বিদ্যালয়ে তোমার শ্রেণির শিক্ষার্থীদের মধ্যে একটি জরিপ চালাও যে কত জন প্রতিদিন, কত জন মাঝে মাঝে এবং কত জন খুব কম কোমল পানীয় পান করে। তাদের প্রত্যেকের স্বাস্থ্যের দিকে খেয়াল কর এবং নোট ন্য। কোমল পানীয় পানের সাথে স্বাস্থ্যের সম্পর্ক নির্ণয় কর। কোমল পানীয় পানের সুবিধা-অসুবিধা সম্পর্কে একটি প্রতিবেদন গিখে জমা দাও।

### ১২.২ পরিক্ষার পরিচ্ছন্নতায় রসায়ন

পরিক্ষার পরিচ্ছন্নতা ঈমানের অঙ্গ। পরিক্ষার পরিচ্ছন্নতা মানুষের ব্যক্তিত্বকে প্রকাশ করে। পরিক্ষারক সামগ্রী বলতেই তোমার চোখে যে সকল দ্রব্যসামগ্রী ভেসে উঠে তা হলো- টয়লেট সাবান, শ্যাম্পু, টুথপেস্ট, লন্ডি সাবান, ডিটারজেন্ট, কাপড় কাঁচা সোডা, ব্রিচিং পাউডার, গ্রাস ক্লিনার, টয়লেট ক্লিনার ইত্যাদি। পাঠের সুবিধা বিবেচনায় উপাদানসমূহ আগে বা পরে উপস্থাপন করা হয়েছে।

#### ১. সোডা অ্যাস

সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেটকে উত্তাপে বিয়োজিত করলে সোডা অ্যাস পাওয়া যায়।



সোডিয়াম কার্বনেট

সোডা অ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়। জলীয় দ্রবণে সোডা অ্যাস তীব্র ক্ষার সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও কার্বনিক এসিডে রূপান্তরিত হয়। জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড সম্পূর্ণরূপে  $\text{Na}^+$  আয়ন ও  $\text{OH}^-$  আয়নে বিয়োজিত থাকে কিন্তু কার্বনিক এসিড মৃদু বলে খুব মৃদু পরিমাণে বিয়োজিত হয়।



**শিক্ষণীয় কাজ :**

১. গিটমাস পেপার বা pH পেপারের সাহায্যে সোডা আঙ্গের জলীয় দ্রবণের pH মান নির্ণয় করে উপরের বিক্রিয়াটির সঠিকতা নিশ্চয় কর।
২. সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট  $\text{NaHCO}_3$  বদ হজম সমস্যায় খাওয়া হলে সোডা আঙ্গ খাওয়া হয় না। উক্ত দ্রবণের pH মান নির্ণয় করে প্রাপ্ত ফলাফলের ভিত্তিতে মতামত দাও।

**২. টয়লেট ক্লিনার**

টয়লেট ক্লিনারের মূল উপাদান হলো কস্টিক সোডা,  $\text{NaOH}$ । কস্টিক সোডার পায়ের ক্ষয়কারক ক্ষমিকার জন্য টয়লেট পরিষ্কার হয়। খাবার লবণের,  $\text{NaCl}$  গাঢ় দ্রব বা ব্রাইনের অড়িৎ বিশ্লেষণ করে কস্টিক সোডা ( $\text{NaOH}$ ) উৎপাদন করা হয়।  $\text{NaCl}$  এর জলীয় দ্রবণে  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ও  $\text{OH}^-$  আয়ন উপস্থিত থাকে। এদের মধ্যে  $\text{Na}^+$  ও  $\text{H}^+$  ক্যাটায়ন এবং  $\text{Cl}^-$  ও  $\text{OH}^-$  আনয়ন।

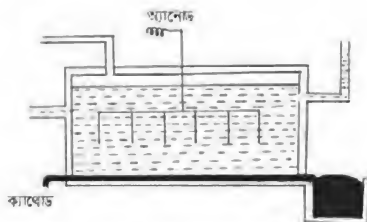
অ্যানোড বিক্রিয়া



ক্যাথোড বিক্রিয়া প্রাটিনাম)



ক্যাথোড বিক্রিয়া (পারদ)



চিত্র ১২.১ : পারদ ক্যাথোড সেল

**শিক্ষণীয় কাজ :**

অ্যানোডে উৎপন্ন গ্যাসকে উন্মুক্ত বস্তাসে ছেড়ে দিলে জলবায়ুতে যে প্রভাব পড়বে তা বিশ্লেষণ কর। উৎপন্ন গ্যাসসমূহকে ধরে রেখে কোন কোন কাজে ব্যবহার করা যায় তা ব্যাখ্যা কর।

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  ও  $\text{NaOH}$  এর জলীয় দ্রবণে একটি সাধারণ আয়ন পাওয়া যায়। এই আয়নটির সংকেত ও উপস্থিতির কারণ ব্যাখ্যা কর।

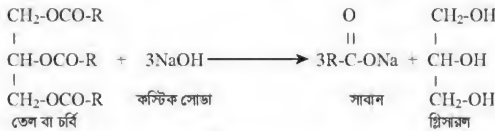
**৩. সাবান (টয়লেট ও গন্ধি সাবান)**

প্রাচীন কালে আমাদের দেশের মানুষ কপড় কাঁচার জন্য কলা, সীম বা বড়ই গাছের ছাইকে পানিতে ভিজিয়ে রেখে ঐ পানি ব্যবহার করত। গোসলের জন্য নদী বা খালের পানিমাটি, সরিষার খইল ইত্যাদি ব্যবহার করত। ধাক্কা করা যায়

প্রায় 2500 বছর পূর্বে গ্রিক এবং রোমানরা সাবান ব্যবহার করত। রোমানরা পশুর চর্বি, হাড় এবং চামড়াকে ক্যান্স ফায়ারের ছাইয়ের সাথে পানিতে ফুটিয়ে সাবান তৈরি করত। মধ্যযুগে ইংল্যান্ড ও আয়ারল্যান্ডের লোকেরা লাই থেকে সাবান তৈরি করত। লাই একটি ক্ষারীয় তরল। কাঠের ছাইয়ের মধ্য দিয়ে পানি চুইয়ে লাই ধুত করা হতো। এটি ধোয়া মোছার কাজে ব্যবহৃত হতো। মাঝে মাঝে লাইকে সরাসরি ব্যবহার করা হতো আবার কখনো একে চর্বির সাথে ফুটিয়ে সাবান প্রস্তুত করা হতো। মিশরীয়রা গরু, মহিষ, উট এমনকি সিংহের চর্বি থেকে সাবান তৈরি করত। মধ্যযুগের শেষ ভাগে তীব্র ক্ষার কস্টিক সোডার সাথে চর্বিকে উত্তাপে ফুটিয়ে সাবান তৈরি করা হতো। 1890 সালে বাণিজ্যিকভাবে সাবান উৎপাদন শুরু হয়। একই সময়ে কস্টিক সোডারও ব্যাপক উৎপাদন শুরু হয়।

বর্তমানে সারা পৃথিবীতে সাবানের বিপুল চাহিদা। এ ছন্য সাবান প্রস্তুতকরণের মধ্যে তীব্র প্রতিযোগিতা সৃষ্টি হয়েছে। ফলে প্রতিনিয়ত সাবানের গুণগত মান ও প্রস্তুতের পদ্ধতি উন্নত থেকে উন্নততর হচ্ছে। বর্তমানে বিভিন্ন প্রয়োজনে বিভিন্ন ধরনের সাবান ব্যবহৃত হয়। সাবান তৈরির প্রধান কাচামাল হলো চর্বি এবং ক্ষার। বিভিন্ন চর্বি ও তেল যেমন, নারকেল, পাম, মছুয়া, অগ্নিত ইত্যাদির তেলকে সাবান প্রস্তুত করে ব্যবহার করা হয়। ক্ষার হিসেবে কস্টিক সোডা, কস্টিক পটাশ ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ব্যবহার উপযোগিতা বিচারে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য, সূক্ষ্মি ও রঞ্জক পদার্থ এতে যোগ করা হয়।

তেল ও চর্বিকে কস্টিক সোডা বা কস্টিক পটাশ সহযোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করে সোডিয়াম বা পটাশিয়াম সাবান তৈরি করা হয়। সাবান তৈরির এই বিক্রিয়াকে সাবানায়ন বিক্রিয়া বলা হয়।



এখানে,  
 $R = C_n H_{2n+1}$   
 $n = 12-18$

বিক্রিয়ায় উৎপন্ন মিশ্রণে খাদ্য লবণ যোগ করলে সাবান উপরে ভেসে উঠে। উৎপন্ন সাবানে সামান্য পরিমাণ  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$ , গ্রিসারল ইত্যাদি অপদ্রব্য মিশিত থাকে। অশোধিত সাবানকে পানি যোগে ফুটালে অপদ্রব্যসমূহ দ্রবীভূত হয়। অতঃপর শীতল করে পানি ফেলে দেওয়া হয়। পুনরায় পানি যোগে ফুটিয়ে রেখে দিলে মোটামুটি বিশুদ্ধ সাবান পাওয়া যায়। উৎপন্ন সাবানে রং ও সূক্ষ্মি এবং টয়লেট সাবানে জীবাণু নাশক ও ত্বকের কোমলতা রক্ষাকারী পদার্থ ও অন্যান্য দ্রব্য যোগ করে ছাঁচে ফেলে বিভিন্ন আকৃতির সাবান তৈরি করা হয় এবং এর গায়ে ট্রেডমার্ক ও ব্র্যান্ড ইত্যাদি খোদাই করা হয়।

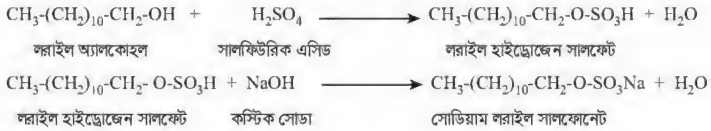
## ৪. ডিটারজেন্ট

প্রথম বিশ্ব যুদ্ধোত্তর কালে তেল ও চর্বির অভাবের ফলে জার্মানিতে সর্বপ্রথম পেট্রোলিয়াম উপজাত থেকে ডিটারজেন্ট উদ্ভাবনের প্রয়াস নেওয়া হয়। ডিটারজেন্ট সাবানের মত একই প্রক্রিয়ায় ময়লা পরিষ্কার করে। ডিটারজেন্ট অণুর গঠন সাবানের অণুর থেকে ভিন্ন।

ডিটারজেন্ট খর পানিতেও সমানভাবে কার্যকর। খর পানিতে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের লবণ দ্রবীভূত থাকে। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম আয়ন সাবানের সাথে বিক্রিয়ায় অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ উৎপন্ন করে যা পানির উপর পাতলা সরের মত ভাসতে থাকে। ফলে ময়লা কাপড় পরিষ্কার হয় না। এতে সাবানের অপচয় হয়। এই সর লাগলে কাপড় অনুচ্ছন্ন হয়। পক্ষান্তরে ডিটারজেন্টের ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ পানিতে দ্রবণীয়। ফলে ডিটারজেন্ট দিয়ে খর পানিতে কাপড় কাঁচতে কোন সমস্যা হয় না।

### ডিটারজেন্ট প্রভুতি:

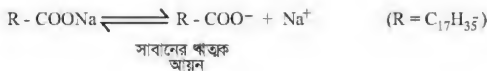
ক. সোডিয়াম লরাইল সালফোনেট : তেল বা চর্বি থেকে আর্দ্র বিশ্লেষণ ও হাইড্রোজিনেশন করলে দীর্ঘ শিকল বিশিষ্ট বিভিন্ন অ্যালকোহল (যেমন, লরাইল অ্যালকোহল) উৎপন্ন হয়। উৎপাদের সাথে সালফিউরিক এসিড যোগ করলে দীর্ঘ শিকল বিশিষ্ট অ্যালকোহল (লরাইল) হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। লরাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে কস্টিকসোডা দ্বারা মধ্য দিয়ে চালনা করলে সোডিয়াম লরাইল সালফোনেট নামক ডিটারজেন্ট উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ডিটারজেন্টে বিরঞ্জক পদার্থ, স্ফটিককরক পদার্থ, ফিডার ইত্যাদি মেশানো হয়। ডিটারজেন্টকে পাউডার, দানা, তরল অথবা বার হিসেবে বাজারজাত করা হয়।



বিল্ডার: সাবান ও ডিটারজেন্টের মূল্য কমানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। বিল্ডার সাবান ও ডিটারজেন্টের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে।

### ৫. সাবান ও ডিটারজেন্টের কাপড় পরিষ্কার করার কৌশল

সাবান বা ডিটারজেন্ট লবণ। কার্বন শিকল যুক্ত অণু। দ্রবীভূত অবস্থায় এরা ঋণাত্মক আধান যুক্ত সাবান বা ডিটারজেন্ট আয়ন ও ধনাত্মক আধান যুক্ত সোডিয়াম আয়নে বিশ্লিষ্ট হয়। সাবান বা ডিটারজেন্ট আয়নের এক ক্ষম্ণগাত্মক আধান যুক্ত থাকে। আয়নের এ ক্ষম্ণে হাইড্রোফিলিক বা পানি আকর্ষি বলা হয়। আয়নের অপর ক্ষম্ণপানি বিকর্ষি (হাইড্রোফোবিক) অংশ যা তেল বা গিছে দ্রবীভূত হয়।

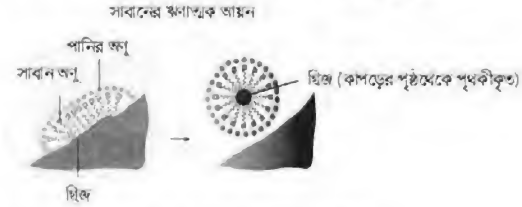


ময়লা কাপড়কে যখন সাবান বা ডিটারজেন্টসহ পানিতে ভেজানো হয় তখন হাইড্রোফোবিক অংশ কাপড়ের তেল ও গিঁজ জাতীয় ময়লার প্রতি আকৃষ্ট হয় এবং এতে দ্রবীভূত হয়। পক্ষান্তরে হাইড্রোফিলিক অংশ চতুষ্পার্শ্বে পানির স্তরে প্রসারিত হয়। এ অবস্থায় কাপড়কে ধোয়া দিলে বা মোচড়ানোর হলে তেল বা গিঁজ সম্পূর্ণরূপে হাইড্রোফিলিক অংশ দ্বারা আবৃত হয়ে পড়ে। তেল বা গিঁজ অণুগুলোর চতুষ্পার্শ্বে ঋণাত্মক আধানের কারণে সৃষ্টি হয়। ফলে এগুলো সান্দ্র বা সর্পিলাকৃতির হয়ে অবস্থান করতে চায়। এতে করে পানিতে তেল ও গিঁজের অবশেষ (ইমালসন) সৃষ্টি হয় এবং পানিতে দৌঁত হয়ে যায়। ফলে কাপড় পরিকার হয়। (অবশ্যই হলো দু'টি অমিশ্রণীয় তরলের মিশ্রণ)

হাইড্রোফোবিক পাস্ত



হাইড্রোফিলিক পাস্ত



চিত্র ১২.২ : সাবান বা ডিটারজেন্টের মধ্যমা পরিচ্ছন্ন করার কৌশল

## ৬. অতিরিক্ত সাবান বা ডিটারজেন্ট ব্যবহারের কুফল

সাবান ও ডিটারজেন্ট অতিরিক্ত ব্যবহারের ফলে কাপড়ের রং ও ক্রান্তি নষ্ট হতে পারে। হাতের ত্বকে সমস্যা দেখা দিতে পারে। মৃদু পানিতে সাবান ভালো পরিকার করতে পারে, কিন্তু ঘন অম্লীয় পদার্থ সৃষ্টি করে নর্দমা বন্ধ করে দেয়। ডিটারজেন্ট এই সমস্যা সৃষ্টি করে না। কোনো কোনো ডিটারজেন্ট নন বায়োডিগ্রেডেবল পদার্থ। এগুলো পরিবেশের উপর ভিন্নভাবে ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে। (দশ বায়ো ডিগ্রেডেবল : যে সব পদার্থ অনুদীর্ঘ দ্বারা বিয়োজিত হয় না)

বায়োডিগ্রেডেবল বৌতাসমূহ অণুজীব কর্তৃক বিয়োজিত হয়ে সরল বৌশে পরিণত হয়। নন বায়োডিগ্রেডেবল ডিটারজেন্টসমূহ পানির সাথে প্রবাহিত হয়ে নদী-নাল, খাল-বিলে এসে পড়ে এবং সেখানে পানিতে ফেনা উৎপন্ন করে। এই ফেনা জলজ পরিবেশকে নষ্ট করে। অনেক দেশে নন বায়োডিগ্রেডেবল ডিটারজেন্ট নিষিদ্ধ করা হয়েছে।

উদ্ভিদজাত তেল থেকে তৈরি সাবান বায়োডিগ্রেডেবল। কিন্তু কৃষায় ও অন্যান্য ব্যবহৃত সাবানের বর্জ্য নদীনালায় পানির উপরিভাগে জমা থাকে। তাই এই বর্জ্যের ব্যাকটেরিয়ার সংস্পর্শে আসার সুযোগ কম হয়। ফলে অতিরিক্ত সাবানের ব্যবহার পরিবেশের ক্ষতি করে। তাই সাবান ও ডিটারজেন্টের ব্যবহার কমানো উচিত।

ময়লা পরিকারের ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য কোনো কোনো ডিটারজেন্টে ফসফেট ব্যবহার করা হয়। ফসফেট পানিকে মৃদু পানিতে পরিণত করে। এই ফসফেট পানিতে ধুয়ে নদী-নাল, খাল-বিলে এসে পড়ে। ফসফেট শৈবাল ও অন্যান্য জলজ উদ্ভিদের জন্য ভালো সার। ফলে এসকল উদ্ভিদের পরিমাণ



চিত্র ১২.৩ : নদীর পারে কাপড়ধোয়ার দৃশ্য

দ্রুত বেড়ে যায়। এই বর্ধিত জলজ উদ্ভিদের জীবন চক্র শেষে বিয়োজনের জন্য পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেন খরচ হয়ে যায়। দ্রবীভূত অক্সিজেনের অভাবে জলজ প্রাণিকুল মরে যায়। এ জন্য ডিটারজেন্টে ফসফেটের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন।

### শিক্ষণীয় কাজ: পরীক্ষণ

#### সামান প্রভু তি:

অনুমিত পদ্ধতি: ক্ষারের সাথে তেল বা চর্বি বিক্রিয়ায় সাবান উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন সাবানের pH মান 7 এর বেশি হবে।

#### যন্ত্রপাতি

- বুনসেন বার্নার/শিল্পিট থাম্প/কেব্রোসিন কুকার।
- ২টি বিকার 400 mL.
- ২টি টেসটট্যুব
- ১টি বড় পোস্টালিন বাটি
- ১টি ন্যাডানি কাঠি
- ১টি স্টেচুলা
- ১টি মাপ চোজ (10 mL)
- ১টি ফানেল
- ১টি ফিল্টার পেপার

#### উপকরণ

- নারকেল তেল
- কস্টিক সোডা
- NaCl এর সম্পৃক্ত দ্রব
- বাথারের সাবান
- কেব্রোসিন তেল

#### নিরাপত্তামূলক সতর্কতা:

- সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড গুরুত্বপূর্ণ বিষাক্ত পদার্থ। সূত্রকং এটি যাতে পড়ে গিয়ে কোনো দ্রবীভূত না হয় সে ব্যাপারে সতর্ক থাকতে হবে।
- উৎপন্ন সাবানকে হাতে বা গায়ে ব্যবহার না করা।

#### কার্যপদ্ধতি

ক. একটি বিকারে পানি পূর্ণ করে এর উপরে চিহ্নের ন্যায় পোস্টালিন বাটি স্থাপন করে স্টিম বধ প্রস্তুত কর।

খ. পোস্টালিন বাটিতে 5 mL নারকেল তেল বা 5 গ্রাম চর্বি এবং 30 mL সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রব দ্রব্য দাও।

গ. মিশ্রণটিকে স্টিম বাথে 30 মিনিট ধরে ফুটান। এ সময় ন্যাডানি কাঠি দ্বারা একটু পর পর নড়াতে থাক এবং পানি যোগ করে বাষ্পীভূত পানির ঘাটতি পূরণ কর। এ সময় তেল বা চর্বি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়ে আঠালা পদার্থ সৃষ্টি হবে।

ঘ. অতঃপর ছাপ দেওয়া বস্তু কর এবং মিশ্রণটিকে ঠান্ডা হতে দাও।

ঙ. ঠান্ডা মিশ্রণে 50 mL NaCl এর সম্পৃক্ত দ্রব যোগ করে সারা রাত রেখে দাও।



চিত্র ১২.৩ : সামান প্রভু তি

৮. পরের দিন একটি ফিল্টার পেপারের সহায়্যে মিশ্রণটিকে হেঁকে পরিতৃষ্ণ ফেলে দাও এবং সাবানকে শুকোতে দাও।

#### উৎপন্ন সাবানের পরীক্ষা :

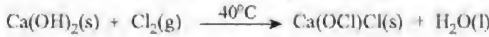
- একটি টেস্টটিউবের তিন ভাগের এক ভাগ পানি ও তোমার তৈরি সাবানের নমুনা নাপ। টেস্টটিউবের মুখ বন্ধ করে ঝাঁকোও। লক্ষ কর ফেনা উৎপন্ন হয় কি না?
- এবার টেস্টটিউবের 2/3 খণ্টা ক্যালকিন যোগ করে ঝাঁকোও ও পর্যবেক্ষণ কর। ক্যালকিনকে গিঞ্জ ধরে নিয়ে ফলাফল ব্যাখ্যা কর।
- তোমার তৈরি সাবানের pH মান নির্ণয় কর।
- বাজারের সাবানের জন্য উপরের পরীক্ষা তিনটি সম্পন্ন কর এবং তোমার তৈরি সাবানের সাথে বাজারের সাবানের তুলনা কর।
- সাবান পঙ্কু (অথবা সী) এক তোমার তৈরি সাবানের গুণগত মান সম্পর্কে একটি প্রতিবেদন শিক্ষকের নিকট জমা দাও।



চিত্র ১২.৫ : সাবানের গুণন

#### ৭. রিট

কমপুর্ বাটার পরে অনেক সময় কমপুর্ কোনো কোনো দশ থেকে যায়। সাবান বা ডিটারজেন্ট দিয়ে সোয়ার পরেও দাগ যায় না। এ সকল ক্ষেত্রে রিটের প্রয়োজন হয়। আমাদের দেশে সবচেয়ে প্রচলিত রিট হলো রিটিং পাউডার  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ ।  $40^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  এর মধ্যে  $\text{Cl}_2$  গ্যাস চালনা করলে রিটিং পাউডার উৎপন্ন হয়।



#### ৮. রিটিং পাউডারের দশ উত্থাপন কৌশল

রিটিং পাউডার বায়ুমন্ডলের কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং পানির সাথে বিক্রিয়ায় হাইপোক্লোরাস এসিড ( $\text{HClO}$ ) উৎপন্ন করে। হাইপোক্লোরাস এসিড তাৎক্ষণিক বিয়োজিত হয়ে জন্মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে। এই জন্মান অক্সিজেনের জারণ ক্ষমতা কমপুর্ দাগ দূর হয়। জন্মান অক্সিজেন ও  $\text{HCl}$  এর বিক্রিয়ায় পানি ও সক্রিয় ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ক্লোরিনের জারণ ক্ষমতা দূর হয়।



জীবানুনাশক হিসেবে রিটিং পাউডারের ব্যাপক ব্যবহার আছে। উপাদিশ জন্মান অক্সিজেন ও জন্মান ক্লোরিন জীবাণু প্রোটিনকে জারিত করে। ফলে জীবাণু মরে যায়।

#### ৯. গ্রাস ক্লিনার

জাননাগ, সোডাস, টেবিল, পাড়ি ইত্যাদির কাচ পরিষ্কার করার জন্য এক প্রকার তরল পদার্থ ব্যবহৃত হয়। এই তরলের মূল উপাদান হলো অ্যামোনিয়া  $\text{NH}_3$ । যে কোনো অ্যামোনিয়াম লবণকে ক্ষারলব্ধবোহে ভাঙ্গা দিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।



পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) এর সাথে কুইক লাইম, ( $\text{CaO}$ ) বা স্কেফ লাইমকে বা কলিচুনকে ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) কে উত্তপ্ত করে অ্যামোনিয়া  $\text{NH}_3$  গন্ধ ত করা হয়।



#### শিক্ষণীয় কাজ: পরীক্ষণ

অ্যামোনিয়া গ্যাস গন্ধ তি ও এর ধর্ম পরীক্ষণ:

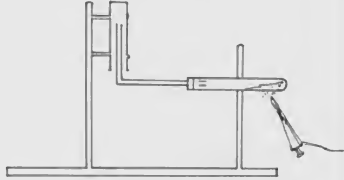
চিহ্নের ন্যায় যন্ত্র ও উপকরণ ব্যবহার করে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন কর।

সহায়তা: অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রুপ পরিমাণ কলিচুন ভালোভাবে মিশিয়ে নিবে। মিশ্রণ দিয়ে বিক্রিয়ানলের অর্ধেকের কম পূর্ণ করবে। বিক্রিয়া লবটির সমুখ ভাগ একটু ঢালু করে রাখবে। ভাব এবং উত্তর দাও।

১. বিক্রিয়ানলের মুখের স্থিতি এক নির্দিষ্ট নলের গোড়া বায়ুরোধী না হলে কোন সমস্যা দেখা পাবে?

২. বিক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হয় বিবেচনায় বিক্রিয়ালবটির সমুখভাগ ঢালু রাখার গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর।

৩. বিক্রিয়া মিশ্রণ দিয়ে বিক্রিয়া লবটি পূর্ণ করে বিক্রিয়া ঘটলে কোন কোন সমস্যা দেখা পাবে।  
উৎপন্ন গ্যাসের পরিমাণ, গ্যাসের চাপ, গ্যাস নির্গমনের পথ ইত্যাদি বিবেচনা করবে।



চিত্র ১২.৬ : অ্যামোনিয়া গ্যাস গন্ধ তি ও সংগ্রহ

৪. শূন্য: গ্যাসজার/টেস্টিউব নির্দিষ্ট নলের মুক্ত প্রান্তের উপর উপস্থাপন করে ধীরে গ্যাস সরবরাহ করেছ। বায়ুপূর্ণ গ্যাস জারটি গ্যাস দ্বারা পূর্ণ হলে বায়ু বেরিয়ে গেলে কীভাবে? অ্যামোনিয়া গ্যাসের ভর ও বায়ুর ভরের তুলনা কর।

৫. শূন্য: গ্যাসজার/টেস্টিউব  $\text{NH}_3$  গ্যাস দ্বারা পূর্ণ হলো কি না তা কেমন করে বুঝবে? এর উত্তরে বলা যায় একটি কাচনল  $\text{HCl}$  এসিডে ডিজে গ্যাসজার/টেস্টিউবের খোলা মুখে ধর। যদি দেখ গ্যাস জারের মুখে সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি হয়েছে তা হলে বুঝবে গ্যাসজার গ্যাস দ্বারা পূর্ণ হয়েছে। উৎপন্ন সাদা ধোঁয়া অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  নামক যৌগ।  $\text{NH}_4\text{Cl}$  উৎপাদনের রাসায়নিক বিক্রিয়াটি লেখ।

৬. একটি গ্যাস পূর্ণ টেস্টিউবের মুখ বৃদ্ধাঙ্ক দিয়ে চেপে ধরে পানিতে ডুবাত। টেস্টিউবের মুখ পানিতে ডুবানো অবস্থায় আঁকুলি সরিয়ে নাও। কলাকণ পর্যবেক্ষণ কর। এই পর্যবেক্ষণ থেকে কি সিদ্ধান্ত নেওয়া যায়।  
টেস্টিউব পানিতে পূর্ণ হলে  $\text{NH}_3$  গ্যাস গেল কোথায়? পানিতে চিনি মেশালে যে কলাকণ হয় তার সাথে এর তুলনা কর।

৭. একটি গ্যাস পূর্ণ টেস্টিউবের বা নির্দিষ্ট নলের মুখে ভেজা লাল সিটমাস পেপার ধর। কলাকণ পর্যবেক্ষণ কর। এ থেকে গ্যাসটির রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে তোমার ধারণা ব্যাখ্যা কর।

৮. তুমি কোথায় কোথায় অ্যামোনিয়া;  $\text{NH}_3$  গ্যাসের গন্ধ লক্ষ্য করেছ? এই গন্ধ যুক্ত বস্তু সমূহের কোন কোনটি কৃষি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। এগুলো ব্যবহারের পক্ষে তোমার যুক্তি দিখিতভাবে উপস্থাপন কর।

### ১০. অ্যামোনিয়া গ্যাসের শিল্পোৎপাদন

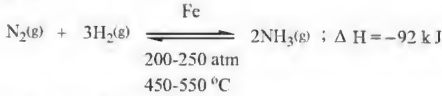
হেবার প্রণালীতে  $\text{NH}_3$  গ্যাসের শিল্পোৎপাদন করা হয়। এ জন্য প্রয়োজন হয় নাইট্রোজেন;  $\text{N}_2$  এবং হাইড্রোজেন;  $\text{H}_2$  গ্যাস। তুমি নিশ্চয়ই জান বাতাসের পাঁচ ভাগের চার ভাগই নাইট্রোজেন। বাতাসকে শীতল করলে নাইট্রোজেন তরল হয়ে পৃথক হয়ে যায়।

হাইড্রোজেনের উৎস হলো প্রাকৃতিক গ্যাস এবং পানি। আমাদের দেশের প্রাকৃতিক গ্যাস মূলত মিথেন  $\text{CH}_4$ । মিথেন গ্যাস নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে  $750^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এবং 30 atm (বায়ু চাপে) জলীয়বাষ্পের সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস ও কার্বন মনোক্সাইড (CO) গ্যাস উৎপন্ন করে। কার্বন মনোক্সাইড পুনরায় অব্যোজিত জলীয়বাষ্পকে বিজারিত করে হাইড্রোজেন গ্যাস এবং কার্বন ডাই অক্সাইড ( $\text{CO}_2$ ) গ্যাস উৎপন্ন করে। উৎপন্ন গ্যাসকে শীতলীকরণ করলে সহজেই  $\text{CO}_2$  গ্যাস তরল হয়ে পৃথক হয়ে যায়। দুটি গ্যাসকেই সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করা হয়।



### অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপাদন:

হেবার প্রণালীতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের জন্য নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন গ্যাসের 1:3 অনুপাত মিশ্রণকে 200-250 atm চাপে  $450^\circ\text{C}$  -  $550^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উত্তপ্ত আয়রন প্রভাবকের উপর দিয়ে চালনা করলে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।



এটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া।

শিক্ষার্থীদের দক্ষতা কাজ:

অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সাথে সংশ্লিষ্ট প্রতিটি বিক্রিয়ায় ল্যা শাতেলীয় নীতির প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।

### ১২.৩ কৃষি ও শিল্প ক্ষেত্রে রসায়ন

#### ১. চূনাপাথর; $\text{CaCO}_3$

শিল্প ক্ষেত্রে চূনাপাথর: তুমি ইতোমধ্যেই জেনেছ, বাত্যা চুল্লিতে আয়রন নিক শনে এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সেড কার্বনেট বা খাবার সোডার শিল্পোৎপাদনে চূনাপাথর ব্যবহৃত হয়। চূনাপাথর একটি মূল্যবান খনিজ সম্পদ। আমাদের দেশে সুনামসম্পন্ন জেলায় এক সেন্ট মার্টিন ঘাঁষে চূনাপাথর পাওয়া গেছে। এই চূনাপাথর সিস্টেমে শিল্পের প্রধান কাঁচামাল। রং বা পেইন্ট শিল্পে এর ব্যবহার অত্যন্ত ব্যাপক।

কৃষি ক্ষেত্রে চূনাপাথর: ক্যালসিয়াম কার্বনেট সবল বা দুর্বল যে কোন এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় এসিডের হাইড্রোক্সেড আয়নকে প্রশমিত করে এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। চূনাপাথরের এই রাসায়নিক ধর্মের জন্য এসিডিয়

মাটি বা পানির pH মান বৃদ্ধির জন্য চুনা পাথর ব্যবহার করা হয়।



এসিডিয় মাটিতে চুনা পাথর গুঁড়া করে মাটিতে প্রয়োগ করা হয়। এটি মাটির pH মান বৃদ্ধির পাশাপাশি উদ্ভিদের জন্য প্রয়োজনীয় ক্যালসিয়াম সরবরাহ করে। ক্ষারকীয় মাটির পানি ধারণক্ষমতা বেশি থাকে। উদ্ভিদের মূখ্য পুষ্টি উপাদান (নাইট্রোজেন, ফসফেট ও পটাশিয়াম) পরিশোধণ বৃদ্ধি করে। শুষ্ক ন্যাপারী প্রাণী বিশেষতঃ দূষকবাহী গাভীর ক্যালসিয়াম ঘাটতি পূরণের জন্য বাপের সাথে ক্যালসিয়াম কার্বনেট খাওয়ানো হয়। দুধের প্রধান উপাদান ক্যালসিয়াম। দুধের সাথে গাভীর শরীর থেকে প্রচুর পরিমাণে ক্যালসিয়াম বেরিয়ে যায়।

## ২. কুইক লাইম; CaO

চুনা পাথরকে উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে কুইক লাইম বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড CaO উৎপন্ন হয়।



ক্যালসিয়াম অক্সাইডের সাথে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি যোগ করলে তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় স্ফেট লাইম বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করা হয়।



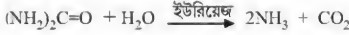
এসিডিয় মাটিতে উদ্ভিদের মূখ্য পুষ্টি উপাদান (নাইট্রোজেন, ফসফেট ও পটাশিয়াম) পরিশোধণ বাধাগ্রস্ত হয়। ফসলে ফলন তাগে হয় না। অতিরিক্ত এসিডিক মাটিতে সীমিত জাতীয় উদ্ভিদ চাষ করা যায় না। পানির pH মান কমে গেলে অর্থাৎ পানি এসিডিক হয়ে গেলে মাছের শরীরে যা দেখা দেয়। এসিডিয় মাটি ও পানির pH মান বৃদ্ধির জন্য এমনকি মাটি বা পানিকে ক্ষারীয় করার জন্য চুন ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া শিল্প ক্ষেত্রে পানির স্বাদ দূরীকরণে এবং ব্রিচিং পাউডারের শিল্পোৎপাদনে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

## ৩. ইউরিয়া; (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C=O

বাংলাদেশ কেমিক্যাল ইন্ডাস্ট্রিজ কর্পোরেশনের ৬টি কারখানায় বছরে ২৩,২১,০০০ মেট্রিক টন ইউরিয়া সার উৎপাদিত হয়। এর পুরোটা ব্যবহারের পরেও বাংলাদেশকে ইউরিয়া আমদানি করতে হয়। তাছাড়া ১০০% রঙ নিমূখী কাঞ্চকোতে প্রতি বছর ৬৪ লক্ষ মেট্রিক টন ইউরিয়া উৎপন্ন হয়। ইউরিয়া সারের ৪৬% হল উদ্ভিদের প্রধান পুষ্টি উপাদান নাইট্রোজেন। তরল কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অ্যামোনিয়ার মিশ্রণকে উচ্চ চাপে এবং ১৩০ ~ ১৫০ °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে ইউরিয়া উৎপাদন করা হয়।



মাটিতে দ্রবীভূত অবস্থায় ইউরিয়া ইউরিয়েজ এনজাইমের প্রভাবে ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়ে অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাই অক্সাইডে পরিণত হয়। অ্যামোনিয়া পানিতে দ্রবীভূত হয়ে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড NH<sub>4</sub><sup>+</sup> আয়ন ও OH<sup>-</sup> আয়ন আংশিকভাবে বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। উদ্ভিদ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> আয়ন পরিশোধণ করে।



এই বিক্রিয়ার সময় কিছু পরিমাণ অ্যামোনিয়া গ্যাসীয় আকারে নির্গত হয়।

তাহাড়া ইউরিয়াকে ম্যালামাইন, ফরমিকা ইত্যাদি পলিমারের শিল্পোৎপাদনে ব্যবহার করা হয়।

### ৪. অ্যামোনিয়াম সালফেট; $(NH_4)_2SO_4$

অ্যামোনিয়া এবং সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়ার অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়।



অ্যামোনিয়াম সালফেট সাদা দানাদার পদার্থ। ছলীয় দ্রবণে এটি এসিডিক ধর্ম প্রদর্শন করে। মাটির ক্ষারকত্ব অত্যধিক হয়ে গেলে অ্যামোনিয়াম সালফেট প্রয়োগ করে তা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এটি উদ্ভিদের অতি প্রয়োজনীয় পুষ্টি উপাদান নাইট্রোজেন ও সালফার সরবরাহ করে।

**অ্যাসাইনমেন্ট:** কৃষি ক্ষেত্রে অতিরিক্ত সার ব্যবহারের ক্ষতিকর প্রভাব।

যে বিষয়গুলো পরিমাপ বা বিবেচনা করবে:

১. কৃষি জমিতে অগাছার পরিমাপ
২. কৃষি জমির আশে পাশের জলাশয়ের পানির pH মান
৩. বৃষ্টিতে সার ধূমে যাওয়া
৪. ছলজ উদ্ভিদের বৃদ্ধি, মৃত্যু ও বিবোজন। অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর বিবোজন ঘটে থাকে।
৫. দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাপ
৬. ছলজ প্রাণীর বেঁচে থাকার সম্ভাবনা।

### ৫. কৃষিদ্রব্য প্রক্রিয়াকরণে রাসায়নিক দ্রব্য

বাজারে ফলের দোকানে ধরে ধরে সাচ্চানো ফল দেখলে কান না কিনতে বা খেতে ইচ্ছা করে। কিন্তু রাসায়নিক ব্যবহারের কথা শুনলেই ইচ্ছা দূর হয়ে যায়। প্রতিবছর জৈষ্ঠ আষাঢ় মাসে ক্যালসিয়াম কার্বাইড দিয়ে পাকানো বলে বিতুল পরিমাণ আম নষ্ট করা হয়। প্রাকৃতিকভাবে উদ্ভিদ কাণ্ডের মুকুলে ইনডোল এসিটিক এসিড উৎপন্ন হয়, যা থেকে এক পর্যায়ে ইথিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং এই গ্যাসের প্রভাবে গাছেই ফল পাকে। পাকা ফল পরিবহন করার সময় এই ফল দল সৃষ্টি হয়। এজন্য কাঁচা অবস্থায় ফল পরিবহন করে ব্যবসায়ীরা বিক্রমকেন্দ্রে সূত্রিমভাবে ফল পাকতে সক্ষম। উন্নত দেশে ফল ব্যবসায়ীগণ ইথিলিন গ্যাস জেনারেটরের মাধ্যমে উৎপন্ন গ্যাস, পরিমিত পরিমাণে প্রয়োগ করে ফল পাকায়। ফল পাকানোর জন্য গুদাম ঘরের বাতাসে 0.1% ইথিলিন গ্যাস যথেষ্ট। অতিরিক্ত ইথিলিন মানুষের স্নায়ুতন্ত্রকে দুর্বল করে। এটি চোখ, ত্বক, ফুসফুস ও মস্তিষ্কের ক্ষতি করে। এর প্রভাবে অক্সিজেন সরবরাহের দীর্ঘ-মেয়াদি সমস্যা দেখা দিতে পারে। কেবাও কেবাও ফল পাকতে ইথোফেন নামক উদ্ভিদ হরমোন ব্যবহার করে। ইথোফেন বিবোজিত হয়ে ইথিলিন উৎপন্ন করে। এ জন্য 2010 সালে যুক্তরাষ্ট্রের FDCA ফল পাকতে ইথোফেনের

ব্যবহার নিষিদ্ধ করেছে। বাংলাদেশে ক্যালসিয়াম কার্বাইড;  $\text{CaC}_2$  দিয়ে ফল পাকানো হয়।  $\text{CaC}_2$  পানির সাথে বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিলিন গ্যাস এবং ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।



অ্যাসিটিলিন ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) গ্যাস আম, কলাসহ প্রায় সকল ফল পাকতে সাহায্য করে। শিল্প ঘেড়ের  $\text{CaC}_2$  এ বিস্মৃত আর্সেনিক এবং ফসফরাস থাকে। তাছাড়া ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিনের ধর্মে সাদৃশ্য বিদ্যমান। বাংলাদেশে  $\text{CaC}_2$  ব্যবহার করে ফল পাকানো নিষিদ্ধ। কোনো কোনো দেশে ফল ব্যবসায়ীগণ বিথাইলিন নামক রাসায়নিক উপাদান ব্যবহার করছে। এখন পর্যন্ত এর কোন ক্ষতিকর প্রভাব আবিস্কৃত হয় নাই।

**সতর্কতা:** বাজারের কোনো ফল খাওয়ার পূর্বে একটি গাম্ভীর্য পানিতে লবণ ও চুন মিশিয়ে ফলগুলোকে ৫-৭ মিনিট ভিজিয়ে রাখ। অতঃপর পরিকল্পিত পানি দিয়ে ধুয়ে ফল শুকিয়ে নাও।

কেনার জন্য ফল পছন্দ করার সময়ে ফলের গায়ে নখের চিহ্ন, ক্ষত বা পচা চিহ্ন থাকলে তুমি কিনবে না।

### ৬. কৃষিদ্রব্য সংরক্ষণে রাসায়নিক দ্রব্য

বিশিষ্ট অণুজীব কর্তৃক খাদ্য সামগ্রীকে পচনের হাত থেকে রক্ষা করা বা পচনকে বিলম্বিত করা; বর্ণ, গন্ধ ও আকৃতির পরিবর্তন রোধ বা বিলম্বিত করার জন্য সারা পৃথিবীতেই প্রিজারভেটিভস ব্যবহার করা হয়। লোকমুখে শোনা যায় আমাদের দেশে ব্যবসায়ীগণ অজ্ঞতাভাবসত্তা সকল পচনশীল দ্রব্য সংরক্ষণে ফরমালিন ব্যবহার করেন। ফল সংরক্ষণে ফরমালিন কোনো কার্যকর ভূমিকা রাখে না বা রাসায়নিক প্যারেন্টে পারে না। মৃত ফরমালিন হলো ফরমালডিহাইড ( $\text{HCHO}$ ) এর ৪০% জলীয় দ্রবণ। এটি ব্যাকটেরিয়া ও ছত্রাকনাশক হিসেবে অত্যন্ত কার্যকর। মৃত মানুষ, জীববিজ্ঞানের ল্যাবরেটরি নমুনা ও প্যাথলজিক্যাল টিস্যু সংরক্ষণে ফরমালিন ব্যবহার করা হয়। ফরমালডিহাইড প্রোটিন বা DNA-এর নাইট্রোজেনের সাথে  $\text{H}_2\text{C-NH-}$  গ্রুপের সৃষ্টি করে টিস্যুকে ফিক্স করে বা সংরক্ষণ করে। নিম্ন তাপমাত্রায় ও অল্প সময়ের সংস্পর্শে সংগঠিত পরিবর্তন উদ্ভূত হয় কিন্তু অধিক তাপমাত্রায় দীর্ঘ সময়ের সংস্পর্শে একমুখী পরিবর্তন হয়।

ফরমালডিহাইড সকল প্রাণীর জন্য অত্যন্ত বিষাক্ত পদার্থ। ইহা ক্যান্সার উৎপাদক হিসেবে বৈজ্ঞানিকভাবে প্রমাণিত। অধিক মাত্রায় ফরমালডিহাইড শরীরে প্রবেশ করলে তীব্র পেট ব্যথা, বমি, কিডনি, কোনো সমস্যা এমনকি মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। বাংলাদেশসহ পৃথিবীর বহু দেশে ফরমালডিহাইড দিয়ে ফলমূল, মাছ-মাংস ও অন্যান্য খাদ্যসামগ্রী সংরক্ষণ নিষিদ্ধ।

### ৭. কয়েকটি অনুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভস

সোডিয়াম বেনজোয়েট ও বেনজয়িক এসিড : দুটি প্রিজারভেটিভসই মূলত একইভাবে কাজ করে। সোডিয়াম বেনজোয়েট জলীয় দ্রবণে বেনজয়িক এসিড উৎপন্ন করে। এটি প্রাকৃতিকভাবে আঙ্গুরাখুরা, তাল, দারুচিনি, পাকা ছলপাই এবং আপেল পাওয়া যায়। এটি ইস্ট, মোল্ডস, এবং কতিপয় ব্যাকটেরিয়া প্রতিরোধ করে। এটি pH মান ৪.৫ এর নিচে অত্যন্ত কার্যকর। এর অনুমোদিত গ্রহণযোগ্য মাত্রা ০.১% সোডিয়াম বেনজোয়েট। বেনজোয়িক এসিডের জাতক প্যারা মিথোক্সিবেনজোয়িক এসিড এবং প্যারা মিথাইলবেনজোয়িক এসিড খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে। প্রিজারভেন্ট খাবার যেমন: টমেটো সস, আচার, চানাচুর, চিপস ইত্যাদিতে নির্ধারিত পরিমাণে সোডিয়াম বেনজোয়েট ব্যবহৃত হয়।

পটাসিয়াম সরবেট, সোডিয়াম সরবেট ও ক্যালসিয়াম সরবেট: এই লবণগুলো পানিতে দ্রবীভূত করলে সার্বিক এপিড উৎপাদন করে। এটি pH মান 6.5 পর্যন্ত অত্যন্ত কার্যকরভাবে ইস্ট, মোল্ডস্, এবং কতিপয় ব্যাকটেরিয়া দমন করে। এটিরও অনুমোদিত গ্রহণযোগ্য মাত্রা 0.1%।

কোনো কোনো খাদ্য উপাদানে অধিকতর নিরাপত্তার জন্য সোডিয়াম বেনজয়েট ও সরবেট একত্রে ব্যবহার করা হয়। খাদ্যসামগ্রীতে প্রিজারভেটিভস্ ব্যবহার করা হলে তা উপকরণ তালিকায় উল্লেখ করা আবশ্যিক।

#### শিক্ষার্থীর কাজ :

ভিনু ভিনু পাঠে পৃথক ভাবে তেল, তিনেগার, লেবুর রস, লবণ, চিনির ঘন দ্রবণ, পানি এবং খালি পাঠে এক টুকরা করে ফল বা সবজি রেখে ৭ দিন ধরে পর্যবেক্ষণ কর। তোমার পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে এগুলোর মধ্যে কোনগুলোকে প্রিজারভেটিভ হিসেবে ব্যবহার করা যায় তা বর্ণনা কর।

### ১২.৪ শিল্প বর্জ্য ও পরিবেশ দূষণ

বাংলাদেশে ট্যানারি, পেইন্ট এবং কীটনাশক শিল্প বর্জ্য পদার্থের সাথে ক্রোমিয়াম (Cr), লেড (Pb), মার্কারি (Hg) ও ক্যাডমিয়াম (Cd) এর মত ভারী ধাতুর আয়ন মুক্ত বা বান্ধে জলাশয়ে অবমুক্ত করে। এই আয়নসমূহ অত্যন্ত স্বল্প মাত্রায়ও খুব বিষাক্ত। এগুলো প্রাণী ও উদ্ভিদের খোঁচনের মাধ্যমে খাদ্য শৃঙ্খলে প্রবেশ করে মানব দেহের ক্ষতিসাধন করে এবং খোঁচনের যথার্থ কার্যক্রম সম্পাদনে বিঘ্ন সৃষ্টি করে। মানব শরীরে ভারী ধাতুর প্রভাব অত্যন্ত মারাত্মক। এর ফলে স্নায়ুতন্ত্র, কিডনি ও লিভারের ক্ষতি হয়, মানসিক প্রতিবন্ধিতা দেখা দেয় এমনকি মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে।

শিল্প বর্জ্য থেকে ভারী ধাতুর আয়নসমূহ অপসারণ না করলে তা খাদ্য শৃঙ্খলে যুক্ত হয়। অর্থাৎ দূষণাক্রান্ত জলাশয়ের মাছ, পানি সেচের মাধ্যমে শস্য ও সবজিতে এবং দূষণাক্রান্ত পানি ও খাদ্য থেকে পোস্তি এবং গরু-ছাগলের মাংসে ভারী ধাতুর আয়ন জমা হয়।

স্বল্প ঘনত্বের দ্রবণে ভারী ধাতুর আয়ন শনাক্ত করা খুব কঠিন। পানি থেকে এগুলোর অপসারণ করা অত্যন্ত কঠিন ও ব্যয়বহুল।

সাবান ও ডিটারজেন্ট কারখানা বর্জ্যের সাথে প্রচুর পরিমাণে কৃত্তিক সোডা নির্গমন করে। ফলে পানির pH মান বেড়ে যায়। এতে জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের উপর বিরূপ প্রভাব পড়ে।

#### শিক্ষার্থীর কাজ:

১. তোমার এলাকায় কোন শিল্প কারখানা থাকলে তা বর্জ্যের সাথে জলাশয়ে কী কী ধাতু নির্গমন করে, তা জেঁনে এর ক্ষতিকর প্রভাব সম্পর্কে একটি প্রতিবেদন রচনা করবে। প্রয়োজনে শিক্ষক এবং ইন্সটান্টের সহায়তা নিবে।
২. বর্জ্য শোধনকার প্রতিষ্ঠান স্থাপন সূচি এবং কারখানার মালিক পক্ষকে কীভাবে অনুপ্রাণিত করবে? বর্ণনা কর।
৩. তোমার এলাকার কৃষকগণ যে সকল কীটনাশক পদার্থ ব্যবহার করেন তার লেবেল পড়ে উপহিত উপাদানসমূহের নাম এবং এগুলোর মধ্যে কোনগুলো পরিবেশ দূষণ করেছে তার উপর একটি প্রতিবেদন রচনা কর।

### অনুশীলনী

#### বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপাদনে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের অনুপাত কত?

ক. ১ : ২

খ. ১ : ৩

গ. ২ : ১

ঘ. ৩ : ১

২. নিচের কোনটি এনজাইমের ক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে?

ক.  $H_2O$

খ.  $NaCl$

গ.  $H_2CO_3$

ঘ.  $CH_3COOH$

৩. তড়িৎবিশ্লেষণ করে  $NaOH$  উৎপাদনের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য—

ক.  $NaCl$  -এ লবু ছলীয় দ্রবণ

খ. গলিত  $NaCl$

গ. প্রাটিনাম তড়িৎঘর

ঘ. মারকারি তড়িৎঘর

৪.  $NH_3 + H_2SO_4$  বিক্রিয়াটি—

i. একটি প্রশমন বিক্রিয়া

ii. উৎপাদ উদ্ভিদের একটি গুরুত্বপূর্ণ পুষ্টি উপাদান

iii. উৎপাদের জলীয় দ্রবণের pH মান 7 এর বেশি

কোনটি সঠিক

ক. i

খ. i ও ii

গ. ii ও iii

ঘ. i, ii ও iii

#### সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. ডা. চন্দ্রার গৃহকর্মীর বদহুম হওয়ার গৃহকর্মী বিগ্রাম নিচ্ছেন। হঠাৎ বাড়ির ফ্রিজটি বিকল হওয়ার ডা. চন্দ্রা বাজার থেকে আনা কাঁচা মাছ-মাংস, লবণ, হলুদ, বেবিং পাউডার এবং ডিনেলার নিয়ে চিন্তায় পড়লেন। ইতোমধ্যে গৃহকর্মী গোপনে বেবিং পাউডার খেয়ে সুস্থ বোধ করলেন। ডা. চন্দ্রা ঘটনাটি জেনে, অব্যবহৃত তাকে এটি খেতে নিষেধ করলেন।

ক. গ্রাস ক্রিনারের মূল উপাদান কী?

খ. আমাদের দেশের অ্যামোনিয়া শিল্পে বাতাসের ভূমিকা কোথায়?

গ. তাৎক্ষণিক ব্যবহৃত নিতে ডা. চন্দ্রা মাছ, মাংস সংরক্ষণের জন্য গৃহকর্মীকে উদ্দীপকের কোনটিকে ব্যবহার করতে বলবেন? ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের গৃহকর্মীর বদহুম থেকে মুক্তি পাওয়ার রসায়ন সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।

২. বছরের শুরুতেই সূর্যনী ও শাবস্তী একই কাপড়ের নতুন স্কুল ড্রেস পরে স্কুলে যাওয়া শুরু করল। জামা কাপড় পরিকার করতে দুজনের মা সাবান ব্যবহার করলেও শাবস্তীর মা কাপড় ধোয়ার পর এক বাগতি পানিতে দুই চামচ তিনোপার যোগ করে আবার ধৌত করেন। এতে শাবস্তীর কাপড় সূর্যনীর তুলনায় উজ্জ্বল দেখায়।

ক. ব্লিচিং পাউডারের সংকেত লিখ।

খ. চিথড়ি মাছের ঘেরে মাঝে মাঝে চুন যোগ করা হয় কেন?

গ. উল্লিখিত স্কুল ড্রেস পরিকারের কৌশল ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের শাবস্তীর ড্রেসটির উজ্জ্বলতার কারণ যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও।

—সমাপ্ত—







শিক্ষাই দেশকে দারিদ্র্যমুক্ত করতে পারে  
- মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনা

অন্যের দোষ-ত্রুটির প্রতি দৃষ্টি দিও না  
সব সময় নিজের দোষগুলোর প্রতি দৃষ্টি রাখ

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিবেদন ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেটারে  
১০৯২১ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন



২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য